



República de Cuba
Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”
Facultad Geología - Minería

Trabajo de Diploma

**Tema: Proyecto de Explotación del Área 32
del yacimiento Moa Oriental**

Autor: Cláudio Fernandes Da Mata

Tutores: Ing. Yoandro Diéguez García
Ing. Edil Hernández Vidal

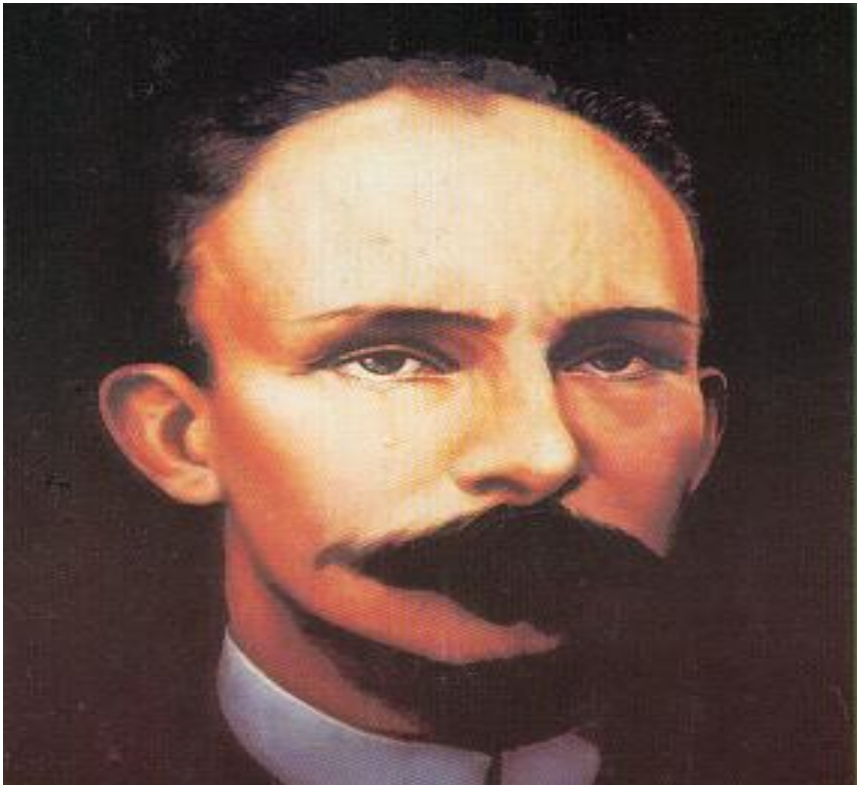
Moa, Holguín
Curso 2008 - 2009

“Año 50 de la Revolución”

Pensamiento.

Mayor que la tristeza de no haber vencido esta la vergüenza de no haber luchado.

José Martí Pérez.



Dedicatoria.

A mis queridos padres Maria Fernanda Pereira Fernández y Antonio Manuel Da Mata.

A mi esposa Zaymara Viñales Acosta.

A mis suegros Idalmis y Yeyo.

A mis tutores Yoandro Diéguez García, y Edil Hernandez Vidal.

A mi cuñada Daymarita , al colectivo del grupo ,y a todos los compañeros extranjeros que me han apoyado en todo este largo y fructífero camino de formación como profesional.

Agradecimientos.

A la Revolución Cubana por contribuir en mi formación profesional, a Raúl, y al compañero Fidel que lo considero el hombre de la humanidad.

Agradecimiento especial para mi esposa por el apoyo que me a brindado en todo este tiempo.

A mis tutores Yoandro Diéguez García y Edil Hernandez Vidal.

Al colectivo de profesores del Departamento de Minas.

Para el colectivo de angolanos que se encuentran en Cuba.

Un gran agradecimiento para mis compañeros de lucha Deni y Wilson.

- ÍNDICE -

INTRODUCCIÓN. -----	1
CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL YACIMINETO. -----	3
I.1 Introducción.-----	3
I.2 Ubicación geográfica del yacimiento.-----	3
I.3 Hidrografía.-----	3
I.4 Clima y vegetación.-----	4
I.5 Caracterización socioeconómica de la región.-----	4
I.6 Vías de comunicación y fuentes de abastecimiento de agua y energía eléctrica.--	5
I.7 Minerales útiles de la región.-----	5
I.8 Constitución geológica del yacimiento.-----	6
I.9 Tectónica.-----	8
I.10. Características hidrogeológicas -----	8
I.11 Características hidrológicas del yacimiento.-----	9
I.12 Interpretación sobre la génesis del yacimiento	10
I.13 Grado de desarrollo de la corteza de intemperismo .-----	10
I.14 Corte típico.-----	11
I.15 Características físico-mecánicas de las rocas.-----	12
I.16 Propiedades de los suelos.-----	13
CAPÍTULO II. LABORES MINERAS PARA LA EXPLOTACIÓN DEL ÁREA 32 -----	17
II.1 Introducción.-----	17
II.2 Breve descripción de la minería actual del yacimiento Moa Orienta.-----	17
II.3 Caracterización del Área 32.-----	19
II.4 Régimen de trabajo y organización general de las labores mineras para la Explotación del Área 32.-----	20
II.4.1 Organización de las labores en la unidad minera.-----	20
II.4.2 Determinación de la productividad y plazo de explotación del Área 32.-----	21
II.5 Descripción de los procesos tecnológicos a realizar para la explotación del Área 32.-----	22

II.5.1 Desbroce.-----	22
II.5.2 Destape.-----	23
II.5.3 Arranque y carga del componente útil.-----	24
II.5.4 Transporte del mineral.-----	25
II.5.5 Diseño y formación de escombrera.-----	25
II.5.6 Trabajos auxiliares.-----	27
II.6 Construcción de caminos.-----	27
II.7 Elección y fundamento del Sistema de Explotación del Área 32.-----	29
II.8 Parámetros del diseño de la mina y cálculo de los índices fundamentales del Sistema de Explotación.-----	29
II.9 Apertura del Área 32.-----	32
II.10 Cálculo de los procesos tecnológicos para la explotación del Área 32.-----	33
II.10.1 Cálculo del proceso de desbroce.-----	33
II.10.2 Cálculo del proceso de destape.-----	35
II.10.2.1 Cálculo del equipamiento de arranque y carga durante el destape-----	36
II.10.2.2 Cálculo del transporte para el escombreo.-----	38
II.10.3 Cálculo del proceso de arranque-carga del mineral.-----	40
II.10.4 Cálculo del proceso de trasportación de la masa minera.-----	43
II.10.5 Cálculo de la escombrera.-----	45
II.10.6 Gráfico de organización de las labores mineras para la explotación del Área 32.-----	48
CÁPITULO III. CÁLCULO ECNÓMICO.-----	51
III.1 Introducción.-----	51
III.2 Gastos directos que se originan durante las labores de desbroce.-----	51
III.3 Gastos originados por la actividad de destape.-----	52
III.4 Gastos originados por la actividad de extracción-----	53
III.5 Gastos por conceptos de mantenimiento.-----	55
III.6 Gastos por reforestación.-----	55
III.7 Gastos directos generales.-----	55

III.8 Gastos indirectos.-----	55
III.9 Gastos totales.-----	56
III.10 Costo de producción de mineral por tonelada extraída.-----	56
Capitulo IV. IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN E HIGIENE DEL TRABAJO	57
IV.1 Introducción.-----	57
IV.2 Alteraciones ambientales producto de la explotación.-----	57
IV.2.1 Medidas preventivas y correctoras para minimizar el impacto ambiental surgido.-----	60
IV.3 Protección e higiene del trabajo.-----	62
IV.3.1 Medidas de seguridad para el trabajo con retroexcavadora.-----	64
IV.3.2 Medidas de seguridad para el trabajo con transporte automotor.-----	65
IV.3.3 Medidas de seguridad para el trabajo con buldozer.-----	65
IV.4 Protección del personal.-----	66
CONCLUSIONES. -----	67
RECOMENDACIONES. -----	68
BIBLIOGRAFÍA. -----	69
ANEXOS. -----	71



INTRODUCCIÓN.

La minería es una actividad determinante en el desarrollo de la sociedad pues, de acuerdo con los economistas, entre los recursos naturales utilizados para la satisfacción de las necesidades de la sociedad, los minerales componen el ochenta por ciento. Entre los diversos tipos de actividad que realiza el hombre, las relacionadas con la extracción y uso de los recursos minerales tienen un significado de primer orden, sobre todo en esta época de revolución científico – técnica en que se conquista el cosmos, las profundidades de los océanos y de la tierra, se utilizan nuevos tipos de energía y se crean las máquinas computadoras. El laboreo de las entrañas de la tierra es una actividad económica básica de la sociedad y por eso no es casual que se refleje en la historia antigua: edad de piedra, de bronce y de hierro. Se puede decir que de la importancia de la industria extractiva para la vida de la colectividad se deriva el significado social del ingeniero de minas.

La industria minera del níquel en nuestro país tiene gran importancia en el desarrollo de la economía, ya que representa el primer renglón de exportación entre los bienes, solo por la exportación de servicios.

La extracción de la materia prima mineral en el tiempo establecido para el abastecimiento del proceso metalúrgico constituye la prioridad fundamental de la subdirección de minas de la Empresa Comandante Pedro Sotto Alba Moa Nickel S.A, de ahí, surge el presente trabajo titulado, Proyecto de Explotación del Área 32, en el cual se planificará la extracción del mineral comprendido en este sector.



Problema: Necesidad de extraer de manera racional y eficiente las reservas minerales del Área 32 pertenecientes al yacimiento Moa Oriental, para el próximo año 2009.

Hipótesis: Si se realiza el Proyecto de Explotación del Área 32 de manera racional y eficiente es posible lograr la extracción de las reservas minerales en el tiempo establecido.

Objetivo General: Realizar el Proyecto de Explotación del Área 32 perteneciente al yacimiento Moa Oriental de manera racional y eficiente.

Objetivos específicos.

1. Caracterizar el yacimiento Moa Oriental.
2. Caracterizar el Área 32.
3. Diseñar la apertura.
4. Proponer y diseñar el Sistema de Explotación.
5. Planificar la organización de los trabajos.
6. Realizar los cálculos económicos.
7. Proponer las medidas para disminuir el impacto ambiental y la seguridad de los trabajos mineros.



CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL YACIMIENTO.

I.1 Introducción.

En este capítulo se presenta un resumen sobre los trabajos más importantes desarrollados en la región, dirigidos a profundizar en el conocimiento geológico del yacimiento. El objeto de estudio lo constituyen los rasgos fundamentales de las características geológicas y geográficas del área de estudio. Se presenta un resumen sobre los trabajos más importantes desarrollados, dirigidos a evaluar los potenciales económicos de sus reservas minerales.

I.2 Ubicación geográfica del yacimiento.

El yacimiento laterítico denominado Moa Oriental ocupa un área de 16 km², se localiza en el municipio minero metalúrgico de Moa, al Norte de la provincia de Holguín (Ver Anexo N°2), limitada 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. Según el sistema de coordenadas de Lambert, la región de los trabajos se encuentra limitada por las siguientes coordenadas:

Norte: 697000.00- 703000.00

Este: 215000.00- 220000.00

En la región las cotas absolutas oscilan entre 0 – 360 m, por lo general las pendientes son suaves, predominando las de 5 - 10°.

En el marco de las áreas interfluviales mencionadas se observan formas aplanadas y suaves del relieve con cañadas y valles formados en el período de peniplanización del relieve. Los desniveles relativos del relieve en la parte del yacimiento oscilan entre 70 – 110 m.

I.3 Hidrografía.

En la región se distinguen dos períodos de lluvias. Alcanzándose las máximas precipitaciones en los meses de Mayo a Junio y de Noviembre a Enero.

En correspondencia a estos períodos mencionados se encuentra el régimen de las aguas superficiales, ya que en épocas secas disminuye considerablemente el curso del río, convirtiéndose fácilmente en vados, aunque el período de lluvia



alcanza un caudal considerable, provocando en ocasiones la inundación de caminos.

I.4 Clima y Vegetación.

El clima de la región es subtropical, se caracteriza por la presencia de dos períodos de lluvias, mencionados anteriormente, y dos períodos de seca (febrero- abril y julio- septiembre). Las precipitaciones promedio al año en las partes bajas del relieve oscilan entre 1700- 1800 mm y en las partes montañosas entre 2200- 2300 mm. El régimen de temperatura para el período seco es bastante alto alcanzando valores promedios de 30-32 °C.

En la región se desarrollan siete formaciones vegetales naturales que ocupan alrededor del 90% del área de estudio (Bosque tropical, Xenomorfo subespinoso, Matorral tropical, Sempervirente tropical). Referente a la flora se reportaron un total de 345 especies de las cuales el 92% están en los ecosistemas naturales antes mencionados, 213 son endémicos y representan el 23% del 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 bosque alcanza la cifra de 11398.3 ha, de los cuales 11 005.5 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 en vulnerables a desaparecer.

I.5 Caracterización socioeconómica de la región.

La región es una de las mas 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 otros recursos de cromo refractario (clasificados como las mayores de su tipo en el territorio nacional)



distribuido en las cuencas de los ríos Cayo Guam y Yamanigüey, donde una parte del mineral extraído se procesa en la planta de beneficio.

Los gabroides y rocas ultrabásicas presentes en la región se pueden emplear como áridos en la industria de materiales de la construcción. En Cayo Moa Grande se encuentra una barrera arrecifal cuyos colares son extraídos y utilizados como materia prima en el proceso tecnológico de la planta Pedro Sotto Alba. También existen otras identidades de las cuales depende la economía de la región, tales como, La Empresa Municipal Agropecuaria (EMA), el Combinado mecánico, el Combinado Lácteo, entre otros. Al sur se desarrolla la ganadería y se lleva a cabo la explotación de recursos forestales que abundan en la zona.

La población ha crecido hasta alcanzar la cifra de 76 000 habitantes, la región cuenta con una Empresa Marítima para el embarque de productos obtenidos en la Empresa de Níquel y la planta beneficiadora de cromo.

I.6 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 capital y otras ciudades del país.

El puerto Marítimo posee una capacidad que permite el ataque de barcos con capacidades entre 10000 - 15000 t, el abastecimiento de agua se realiza de la presa nuevo mundo, de donde es enviada para el consumo después de ser purificada, la energía eléctrica utilizada en la región procede de la red nacional proveniente de la Termoeléctrica " Lidio Ramón Pérez" de Felton en el municipio de Mayarí.

I.7 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 cromita refractarias, por su importancia, ocupan el segundo lugar después de níquel. Todos los cuerpos y manifestaciones conocidas de cromita 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, 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 Níquel.

I.8 Constitución geológica del yacimiento.

Los yacimientos que componen la región se desarrollan a partir de las rocas ultrabásicas serpentinizadas que integran el cinturón hiperbásicos de Cuba, el cual, después de varias hipótesis de acuerdo a su origen, se ha considerado sobre la base de los trabajos de Knipper, Fonseca, Telepuguin y otros, como una asociación ofiolítica, que tiene una relación puramente tectónica con las demás unidades que la secundan. Se puede dividir en cuatro complejos:

- ✓ Ultramáfico serpentinado.
- ✓ Cumulativo.
- ✓ Diques paralelos de diabasas.
- ✓ Basáltico con rocas vulcanógenas metaforizadas y sedimentos pelágicos asociados.

La complicada estructura interna y el desigual desarrollo son las características fundamentales de esos complejos, así como la gran actividad tectónica que los afecta en forma de grietas, lo que provoca brechas y fajas de esquistosidad paralela.

Los yacimientos estudiados se ubican en la región nororiental de Cuba donde la asociación ofiolítica se considera un manto alóctono de unos 2 500 km² con potencia de 800 – 1 000 m, en cuya base afloran las rocas del manto alóctono representado fundamentalmente por areniscas y conglomerados del cretácico al paleoceno temprano y rocas volcánicas del cretácico, lo que hace pensar que el manto tectónico ofiolítico ocupó su actual posición en el paleoceno; esto se demuestra por la no presencia en las rocas de los contactos de



deformaciones producidas por las altas temperaturas en caso de haberse formado en el lugar actual, así como por el grado de deformación de las rocas, sobre todo, en la parte cercana a la base del manto. En el bloque oriental esta asociación está representada fundamentalmente solo por tres de los complejos mencionados: el Ultramáfico metamorfizado, el cumulativo y el de diques paralelos de diabasas.

El complejo Ultramáfico metamorfizado abarca del 60 – 80% del volumen total de la asociación y está representado por hornblendas, ilmenitas y en menor grado por Dunitas y Piroxenitas, todas intensamente serpentinizadas.

El complejo cumulativo se caracteriza por el bandeamiento de las rocas y está representado por Dunitas, ilmenitas y Piroxenitas, así como Troctolitas y Gabros.

Los dos complejos anteriores aparecen frecuentemente cortados por grietas rellenas de diabasas, las cuales forman el complejo de diques paralelos que aparecen como cuerpos tabulares con pocos metros de espesor, llegando hasta la cuarentena de metros.

En el área que abarca el yacimiento Moa Oriental, se distinguen dos frecuencias estratigráficas. Una corresponde al período cuaternario, a ella pertenecen las formaciones aluviales del río Moa, donde encontramos guijarros y lentes de arena de granos gruesos con una potencia muy pobre, las cuales carecen de importancia.

La otra secuencia es la efusiva del cretácico interior situada al nordeste, está representada por porfirita, andesitas, rodeando esta formación encontramos las ultrabásicas serpentinizadas que ocupan así todas las áreas, estando representadas por las hornblendas y en menor cantidad dunitas y piroxenitas.

Desde el punto de vista geomorfológico este es un yacimiento que presenta ondulaciones suaves.

Las zonas dependientes más bruscas, de más rápido intercambio de las aguas (laderas y confluencias) se caracterizan por una reducción en el perfil litológico de intemperismo dándose perfiles estructurales reducidos (sin serpentina) o inestructurales (ocres inestructurales con o sin perdigones).



I.9 Tectónica.

Está representada por una gran diversidad de dislocación disyuntiva clasificadas en 4 sistemas, los cuales se relacionan a continuación:

Fallas antiguas, relacionadas con la época del emplazamiento de los macizos hiperbasíticos que coinciden con el plegamiento general de los complejos antiguos.

Dislocaciones de desplazamiento lateral de las formaciones de dirección occidental-noroccidental.

Dislocaciones que dividen la estructura en Horts y Grabens en la región, con dirección noroeste y norte.

Dislocaciones tectónicas jóvenes de dirección sublatitudinal, paralelas al eje de depresión marina, al sur de Cuba (Bartlet) en el Caribe.

I.10 Características hidrogeológicas.

La corteza de intemperismo esta constituida por Ogres Estructuras finales e iniciales, asi como por Ogres Inestructurales con y sin perdigones de hierro de diferentes tamaños.

En este yacimiento se desarrolla el complejo acuífero de los horizontes litológicos presentes en la corteza laterítica, la que se encuentra infrayacida por las rocas fracturadas del complejo ofiolítico.

Según los estudios Hidrogeológicos que se han realizado para la explotación del yacimiento Moa Oriental se pudo apreciar que el agua se encuentra presente en los Ogres estructurales, en el contacto de éste con las rocas ofiolíticas y en esta, además, que los Ogres Inestructurales constituyen la zona de aereación las cuales se inundan en épocas de lluvias y descargan sus aguas muy rápidamente. De acuerdo con estos estudios, efectuado durante las prospecciones y exploraciones geológicas, en la red de 66 x 66 m y 16 x 16 m, en los cuales, el nivel de agua esta próximo a las profundidades de los pozos.

Durante el estudio del comportamiento del nivel en el tiempo según el informe de exploración orientativa y detalladas del yacimiento Moa Oriental del año 1992, se pudo apreciar que los niveles en un mismo pozo oscilaban en el año



con diferencia de 5 a 6 m, lo que estaba relacionado con los períodos estacionales.

Haciendo un análisis de las propiedades acuíferas de las aguas podemos definir zonas de alta acuosidad dadas por su gasto específico con valores mayores de 216 m^3 por días.

De acuerdo con el estudio del compartimiento de los niveles en el tiempo en la exploración detallada del año 1985 hasta 1987 se pudo apreciar que los niveles oscilan frecuentemente en cortos períodos de tiempo, por lo que el acuífero se carga rápidamente, lo que está relacionado directamente con las precipitaciones atmosféricas.

Las cotas del nivel del agua en la parte sur del yacimiento oscilan entre 300 - 260 m. En la parte central las cotas del nivel del agua están entre 220 - 140 m aproximadamente, y en la parte más baja del yacimiento las cotas del nivel del agua entre 60 - 0 m.

I.11 Características hidrológicas del yacimiento.

El yacimiento Moa Oriental limita al este con el río Moa, para el cual se ha estimado un caudal medio de $11.4 \text{ m}^2/\text{s}$ el cual drena a una cuenca de 288 km^2 y según los cálculos el caudal es de $0.188 \text{ m}^3/\text{s}$, al Este con el río los Lirios el cual posee una cuenca de 9.12 km^2 y según los cálculos $0.188 \text{ m}^3/\text{s}$. En la parte central del yacimiento se encuentra el arroyo Jicotea el cual drena un área total de 6.95 km^2 con un caudal estimado de $0.134 \text{ m}^3/\text{s}$. En la parte central y oeste del yacimiento se encuentra el arroyo del Oeste, drena una cuenca de 0.71 km^2 con un caudal calculado de $0.013 \text{ m}^3/\text{s}$. En la parte sudoeste del yacimiento se encuentra el arroyo Revuelta de los Chinos, cuyas cuencas es de 11.41 km^2 y un caudal de $0.267 \text{ m}^3/\text{s}$.

Todos los caudales dados anteriormente fueron tomados del estudio de impacto ambiental del yacimiento Moa Oriental, donde se plantea que fueron calculados por el método de J.M. Batista. Todos los ríos y arroyos mencionados anteriormente son afluentes del río Moa, el arroyo Jicotea es alimentado por numerosas corrientes.

En el río los Lirios y el arroyo Jicotea se hicieron mediciones aguas arriba obteniéndose caudales de $0.014 - 0.00776 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente y en uno de



los afluentes del jicotea se realizaron mediciones agua arriba en el punto R-2 y aguas abajo en el punto R-1 observándose diferencias de $0.007708 \text{ m}^3/\text{s}$. En el arroyo de la parte Oeste del yacimiento se midió aguas arribas siendo de $26 \text{ m}^3/\text{días}$. Todas estas mediciones se hicieron el mismo día y en período de seca.

I.12 Interpretación sobre la génesis del yacimiento.

Moa Oriental es por naturaleza un yacimiento de meteorización, su génesis puede interpretarse como la destrucción y posterior transformación de las rocas del basamento o substrato por la acción de la energía de los agentes atmosféricos, hídricos y biogénicos los que dieron lugar al surgimiento de nuevas rocas con textura, estructura, y una composición mineral y química propia.

No existen perfiles complejos, no son considerables las cortezas redepositadas, lo que evidencia un origen aluvial del yacimiento.

I.13 Grado de desarrollo de la corteza de intemperismo.

La corteza de los yacimientos lateríticos del norte de Holguín, presentan cuatro zonas principales que pueden ser descritas microscópicamente debido a la variación de color y la textura de la corteza, coincidiendo con la variación del contenido de níquel en ella.

Zona superior (primera).

Representa una coloración marrón oscuro, con abundantes concreciones con óxidos e hidróxidos de hierro, que frecuentemente se hallan cementado entre sí por una materia ferruginosa de similar composición al de las concreciones, tienen una potencia variable, es la vía de entrada del agua de filtración, así como la zona de evaporización por lo que esta sujeta al movimiento ascendente de las soluciones mineralizadas.

En la parte inferior, las concreciones se hacen más pequeñas y menos numerosas, predominando el material terroso de composición similar.



Segunda zona.

Sigue a la anterior en la profundidad, está formada por materiales de carácter terroso con alta humedad, predominando la coloración amarilla, su potencia es variable.

Tercera zona.

Formada por serpentinas descompuestas, su coloración y consistencia varía con relación al grado de alteración, dentro de la serpentina se presentan grietas y bolsones con materiales lateríticos. Su potencia es aún más irregular que las anteriores, transiciona a las serpentinas duras y compactadas de las que se derivaran. En ellas se encuentran numerosas grietas, rellenas con silicatos de magnesio hidratado de color blancuzco y verdoso.

Cuarta zona.

Aquí se ubica la roca madre y compacta extendiéndose en profundidad hasta niveles indeterminados.

La erosión del río Moa expone cortes de más de 200 m de espesor, otros cortes similares se observan en el cause del río Levisa.

I.14 Corte Típico.

El área del yacimiento está compuesta por las peridotitas serpentinizadas en la superficie de las cuales está ampliamente desarrollada la corteza de intemperismo laterítico. Las ultrabásicas son las rocas madres de dicha corteza, se encuentran separadas en grandes bloques por un sistema de fallas tectónicas, estas rocas a causa de su diferenciación tectónica vertical se han encontrado en diferentes condiciones geomorfológicas e hidrogeológicas. A causa de esto, la estructura del perfil de la corteza de intemperismo por la horizontal varía de un bloque a otro alcanzando un desarrollo homogéneo el horizonte de las lateritas.

Menas lateríticas de balance (LB): Pueden aparecer con alto contenido de MgO y SiO₂, son generalmente ricas en Fe, Ni y Co.

Menas serpentiniticas de balance (SB): Son menas donde el níquel posee los más altos contenidos. El silicio y el magnesio en Moa Oriental pueden alcanzar valores máximos de 36 y 26 % respectivamente.



Menas lateríticas fuera de balance (LF): En comparación con la mena LB, los elementos nocivos MgO y SiO₂ tienen una concentración discretamente menor, el aluminio (Al) es algo mayor y tiene un alto contenido de Co. Es la de mayor contenido de Fe₂O₃.

Menas ferrosas de balance (FB): Son menas ferrosas que se acompañan de un alto contenido de Al y SiO₂, aunque esta última se encuentra en menor grado que los otros tipos de menas.

Rocas estériles (RE): Tienen bajo contenidos de Ni, Fe y Co y altos de MgO y SiO₂.

I.15 Características físico – mecánicas de las rocas.

El alto grado de intemperización que presenta la roca dificulta la determinación del agrietamiento. En el contacto de la corteza de intemperismo y el basamento, se presenta una faja discontinua muy alterada con características friables y deleznales, a medida que se profundiza aparece la roca fresca pero agrietada, las que desde el punto de vista ingeniero – geológico presentan una buena estabilidad por su dureza y solidez.

En los horizontes limoníticos se producen fenómenos físico – geológicos muy diferentes a los ocurridos en el basamento, desfavorables al proceso de explotación, entre los que encontramos deslizamientos, derrumbes, etc. Estos fenómenos que ocurren en las lateritas indican que durante la explotación es necesario tomar una serie de medidas que garanticen la estabilidad del mineral útil.

Es característico que la masa volumétrica varíe significativamente por tipo litológico, lo cual determina que un mismo tipo de mina al no estar condicionada por tipo litológico, pueda tener diferente masas en dependencia de la zona, sin embargo, para los cálculos es comúnmente usado un solo valor de masa volumétrica para cada mena de cada yacimiento o sector. La humedad varía en dependencia de la profundidad, encontrándose los valores más altos en el material serpentínico. En algunos yacimientos el coeficiente de esponjamiento obtenido en el escombro es similar al de las menas que componen el mineral útil.

Algunas de las propiedades físico-mecánicas del yacimiento son:



Masa volumétrica del estéril – 1.43 t/ m³

Masa volumétrica mineral- 1,20 t/ m³

Coefficiente de esponjamiento – 1.3

Contenido de humedad – 36%

I.16 Propiedades de los suelos.

El área del yacimiento Moa Oriental ocupa una gran parte de las premontañas escalonadas septentrionales de la Altiplanicie del Alto de Calinga, caracterizada, desde el punto de vista edafológico, por el dominio de los suelos del agrupamiento ferríticos.

Desde el punto de vista de su potencial agrícola, puede decirse que estos suelos poseen un lavado intenso de las bases alcalinas – térreas y una baja fertilidad natural. Por otra parte, la cantidad excesiva de Fe₂O₃ bloquea casi todos los elementos básicos para la alimentación de la planta, principalmente la asimilación del P₂O₅. El área del yacimiento de Moa Oriental está caracterizado por la existencia de una cobertura edáfica ferrítica lixiviada típica, sobre los restos de las superficies de planación premontañosas, y por la presencia de los suelos pocos evolucionados, esqueléticos naturales, en las laderas y pendientes más abruptas.

En términos generales, los perfiles típicos de los suelos ferríticos del yacimiento poseen las siguientes características (Tabla N° 1).

Tabla No 1.Descripción general del perfil de los suelos ferríticos.

Horizonte	Prof. (cm)	Descripción del perfil
A	0-10	Poco sistema radicular, capa vegetal muy delgadas (1mm), constituida fundamentalmente por acículas de pino, la estructura de los agregados es granular, estable, sin perdigones, la textura es franca arenosa, color rojo oscuro, con Hue 2,5 YR ³ / ₄ (entiéndase valúe =3, chroma = 4), no es pegajoso al tacto, no se observan canales de lombrices, no hay caracoles, ni otra macro forma de vida.



B ₁	10-30	Muy poco sistema radicular, la estructura es poliédrica pequeña, poco estable, abundantes perdigones ferro mangánicos (más del 5%), textura franca arcillosa, el color es rojo oscuro, con Hue 2,5 YR 3/6, no es pegajoso la tacto, sin canales de lombrices
B ₂	Más de 30	No tiene sistema radicular, la estructura es granular- uniforme pequeña, estable textura franca arcillosa, menor contenido de perdigones ferro mangánico, etc. Color similar al B ₁ , sin canales de lombrices.

Los suelos ferríticos distribuidos en el área del yacimiento Moa Oriental, se caracterizan por la presencia en ellos, del horizonte de diagnóstico sub-superficial Ferrítico (horizonte B Ferrítico; endependón oxidico en la Séptima Aproximación Norteamericana), el cual posee las siguientes características físicas – químicas:

Presencia de nódulos ferroginosos que representan menos del 20% del volumen de la masa del suelo.

Tiene más de 50% de sesquióxidos de hierro.

Capacidad de intercambio menor de 12 cmol(+) kg⁻¹ en arcilla.

La composición de minerales secundarios está representada por hematita, geotita, gibbsita y trazas de minerales arcillosos 1:1.

Relaciones moleculares en arcilla SiO₂ /Fe₂O menor que d2 y SiO₂/R₂O₃ menor 1.

Grado de saturación por bases mayor de 50%.

Valores cercanos de pH en agua y en cloruro de potasio.

Estructura de agregados finos, poco estables.

Este horizonte debe ser al menos de 10 cm de espesor si descansa directamente sobre la roca madre.



En la Tabla N°2 se muestran los Indicadores ambientales claves promedios de 112 muestras de suelos ferríticos tomadas en profundidades de hasta de 15 metros.

Tabla N° 2. Algunos Indicadores ambientales.

SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Ni,Cr,Co %	Coloides %	PH en H ₂ O	CCB Mq/100g
3.6	11.9	64.9	1.1	55-70	6.1	Menor de 3

Como se aprecia, estos suelos poseen muy baja capacidad de bases cambiables (CCB), lo que se traduce en una muy baja fertilidad natural. El pH en agua es ligeramente ácido, aspectos este de importancia en cuanto a las medidas a tomar para la rehabilitación.

En las aéreas de pendientes inclinadas del yacimiento, se distribuyen los suelos poco evolucionados Esqueléticos, los cuales presentan el perfil que se muestra en la Tabla N°3.

Tabla N° 3. Descripción general del perfil del suelo Esquelético.

Horizonte	Prof. (cm)	Descripción del perfil.
A	0-5	Abundante sistema radicular, capa vegetal espesa (mayor que 3 cm) constituida fundamentalmente de hojas descompuestas del charrasco y de gramíneas, su estructura es arcillosa, color pardo amarillento oscuro, con Hue 10 YR 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 fragmentos de serpentinas.



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 ínter fluviales de los ríos Moa, Jicotea y Los Lirios, entre los 150 y 400 m de altitud.



CAPÍTULO II. LABORES MINERAS PARA LA EXPLOTACIÓN DEL ÁREA 32.

II.1 Introducción.

El diseño de una mina tiene múltiples facetas y objetivos, entre los cuales se destacan de manera significativa el método de explotación, el cálculo de los procesos tecnológicos y el dimensionamiento geométrico.

Anteriormente la selección del método de explotación de un yacimiento se basaba por lo general en las técnicas aplicadas en otras minas y en el análisis de las experiencias acumulada sobre la explotación de yacimientos similares. Actualmente, como la inversión de capital que se necesita para abrir una mina (o para cambiar el método de explotación existente) es muy elevada y las influencias que estos tienen sobre los costos de extracción es muy importante, es necesario que este proceso de selección responda a un análisis sistemático y global de todos los parámetros específicos del yacimiento: geometría del cuerpo mineral, distribución de leyes, propiedades geomecánicas del mineral y las rocas encajantes, tecnología de extracción, factores económicos, limitaciones ambientales, condiciones sociales, etc.

La variabilidad de estos parámetros y la dificultad de su cuantificación total, han impedido el desarrollo de reglas rígidas y esquemas precisos de explotación aplicables en cada yacimiento en particular. No obstante, los avances logrados en las diferentes ramas de la ciencia durante la última década han permitido establecer unos métodos generales de explotación y unos procesos numéricos de selección válidos durante la etapa de viabilidad de un proyecto.

Para la explotación del sector en cuestión se utilizará el equipamiento existente en la empresa, el cual ha mostrado una eficiencia y compatibilidad con las condiciones minero, geológicas y ambientales de yacimiento.

II.2 Breve descripción de la minería actual del yacimiento Moa Oriental.

El yacimiento Moa Oriental entró en explotación en Octubre del 2000, un mes antes habían comenzado los trabajos de destape. La zona se caracteriza por tener un relieve suave, 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 dirigidas hacia el río Los Lirios, internamente la zona se encuentra formada por diferentes elevaciones y crestas divididas por quebradas.

Por razones climáticas generalmente predominan dos afectaciones fundamentales: La generación de polvo en los períodos secos y la creación de embalses en tiempo de lluvias, hay que destacar que a pesar de presentar estas afectaciones, se garantiza en todos los casos la producción de la entidad minera y la seguridad en las operaciones.

El sistema de explotación utilizado en este yacimiento difiere sensiblemente de la minería tradicional aplicada en los yacimientos lateríticos cubanos. La diferencia principal radica en el equipamiento minero utilizado (retroexcavadora-camión). Este sistema prevé la extracción de mineral y escombros a través de bancos de 3 m de altura, divididos en bloques de 8 x 8 m. El escombreo (destape) y la extracción se realizan mediante el desarrollo de bancos múltiples con la exposición de varios frentes a la vez, los cuales se desplazan de este a oeste (o viceversa), mientras que los frentes de trabajo se desplazan generalmente de norte a sur. La carga de los camiones se realiza en el nivel inferior a 90° 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 efectúan 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 la superficie del terreno natural, la apertura y ejecución de la minería puede ser iniciada y realizada por cualquier horizonte o varios a la vez, desarrollándose lo mismo de arriba hacia abajo que de abajo hacia arriba. (Petit 2003).

El ángulo de inclinación del terreno natural es menor o igual al ángulo del borde de trabajo, por lo que 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, así como la construcción de accesos hasta ellas sin dificultades.



En este tipo de minería el control topográfico desempeña un papel de vital importancia a la hora de asegurar la calidad del mineral, debido a que la ubicación espacial de cada bloque primario tiene que ser lo mas exacta posible.

II.3 Caracterización del Área 32.

El Área 32 se encuentra ubicada en el sureste del yacimiento Moa Oriental, la misma posee una superficie de 15.85 ha, limitada al Este con el río Lirio y al Norte con el Área 31, por el Oeste y el Sur por áreas no mineralizadas. (Ver anexo N°3).

Según el sistema de coordenadas de Lambert, la región de los trabajos se encuentra limitada por las siguientes coordenadas:

Norte: 6900.00 -7460.00

Este: 12700.00- 13200.00

Las pendientes varían gradualmente entre las cotas 203 y 287 m. La potencia promedio del mineral es de 4 m.

La clasificación desde el punto de vista de la explotación puede realizarse atendiendo a diferentes criterios, entre los que se encuentran:

Por el relieve del terreno natural: Se clasifica como inclinado por encontrarse en un relieve relativamente suave.

Por su proximidad a la superficie: Se define como superficial ya que el material suprayacente no sobrepasa nunca los 20 a 30 m.

Por la distribución de la calidad del mineral: No uniforme, porque la mineralización presenta cualidades distintas en algunas direcciones. En estos casos se suele efectuar la extracción simultáneamente en varias zonas para luego proceder a la mezcla y homogenización de los minerales extraídos.

Las reservas en toda el área (Ver tabla N° 4) se estimaron mediante el Sistema Integral Minero (SIM), desarrollado en la subdirección de minas para la utilización del modelo en bloques. Las dimensiones de los bloques son de 8 x 8 x 3 m y obedecen a criterios técnicos relacionados con el perfil geológico del



yacimiento, las propiedades físico mecánicas del mineral, así como los parámetros fundamentales del equipamiento minero.

Tabla N° 4. Balance de los recursos existentes en el Área 32.

Recursos	Cantidad(t)	%Fe	% Ni	%Co
Mineral	930 355.37	44.74	1.27	0.149
Estéril	587 674.23	46.15	0.76	0,065

II.4 Régimen de trabajo y organización general de las labores mineras para la explotación del Área 32.

II.4.1 Organización de las labores en la unidad minera.

En el Área 32 se trabajarán dos turnos diarios de 12 horas cada uno; el horario laboral es continuo, es decir, de 7:00 AM hasta las 7:00 PM para el primer turno y de 7:00 PM hasta las 7:00 AM para el segundo turno, de esta forma queda organizado el horario de trabajo para la actividad minera.

En cada turno se trabajará simultáneamente en las labores de escombreo y extracción de mineral.

La cantidad de días de trabajo al año se determina por la siguiente expresión.

$$Dta=Da-DII-Di ; \text{ días}$$

Donde:

Da: Total de días del año; 365

DII: Días de afectación por lluvia; 12

Di: Días perdidos por otros imprevistos; 6

$$Dta= 365-12-6=347 \text{ días}$$

El tiempo para el trabajo en el cual se realiza el desbroce se encuentra dentro de los 347 días, no así el tiempo en el que se efectuará el destape y la minería, debido a que estos trabajos deben comenzar una vez se haya avanzado en las labores de desbroce.



La expresión para determinar los días al año para la realización del destape y la extracción (minería) es la siguiente.

$Dd = Dta - Ddes$; días

$Dm = Dd - Ddest$; días

Dd: Días con los que se cuenta para realizar la operación de desbroce.

Dm: Días con los que se cuenta para realizar la operación de extracción.

Ddes: Días en los cuales existe un adelanto de los trabajos de desbroce tal, que permita comenzar el destape.

Ddest: Días en los cuales existe un adelanto de los trabajos de destape tal, que permita comenzar la extracción del mineral.

Estos valores se determinarán mas adelante, una vez se tenga la planificación en la cual se desarrollará el desbroce para dar comienzo al destape y la extracción del Área 32.

II.4.2 Determinación de la productividad y plazo de explotación del Área 32.

La productividad se determinó sobre la base de las necesidades de la Empresa Comandante Pedro Sotto Alba Moa Nickel S.A, la cual necesita para el próximo año 2009 todo el volumen de esta área, por lo que se proyectará la extracción de totalidad de las reservas minerales existentes en la actualidad. En la tabla N°5 aparecen las productividades por turno, día, mes y año del área.

Tabla N°5. Productividad del Área 32

Parámetro	U/M	Productividad
Productividad por turno	t	1 453.68
Productividad por día	t	2 907.36
Productividad mensual	t	38 667.89
Productividad anual	t	930 355.37



II.5 Descripción de los procesos tecnológicos a realizar para la explotación de la Área 32.

Por procesos tecnológicos se entiende el conjunto de operaciones que se realizan en la mina par garantizar la explotación continua de las reservas minerales en el tiempo establecido, de los mismos dependen la calidad del proceso posterior a la minería.

Estos procesos se pueden dividir en dos tipos fundamentales, los principales y los auxiliares, dentro los primeros tenemos: el desbroce, destape, extracción y trasportación de la materia prima mineral, así como la formación de escombreras, los trabajos auxiliares constituyen el resto de las actividades que garantizan el desarrollo de los procesos principales.

II.5.1 Desbroce.

La actividad de desbroce consiste en arrancar y eliminar toda la superficie vegetal y maleza que cubren la capa ferruginosa de aproximadamente 30 cm de espesor (Ver anexo N°10), facilitando posteriormente los trabajos de preparación para el destape y extracción del mineral. En los casos de que exista materia orgánica en este suelo se arrancara conjuntamente con el desbroce para ubicarlo en el depósito construido con este fin, para luego ser utilizado en las últimas fases de rehabilitación de zonas.

En estos yacimientos la vegetación esta representada por Pinos Cubensis o Pinos Mayarí y por varios arbustos o hiervas que ocupan el espacio disponible entre los pinos (López 2001).

.El desbroce se realiza con bulldozeres (las características técnicas aparecen en la tabla N° 6) que apilan la maleza en lugares donde no puedan obstruir los trabajos de destape y construcción de caminos, en este caso se depositarán al alrededor de toda el área. Las operaciones se llevan a cabo con cierto desfasaje con respecto a la minería.

El volumen a desbrozar es de 230146.39 m³, en el anexo 1 se expone una tabla en la cual se reflejan los diferentes volúmenes de estéril en los distintos bancos.



Tabla N°6. Características técnicas del Buldozer Komatsu D85.

Parámetros	u/m	Dimensiones
Largo	m	6
Ancho	m	3.5
Alto	m	3.8
Potencia	HP	190
Longitud de la cuchilla	m	3.6
Altura de la cuchilla	m	1.4

II.5.2 Destape.

El destape consiste en arrancar la capa de minerales lateríticos níquelíferos (Ver anexo N°11), que son considerados fuera de balance por no cumplir los requerimientos en cuanto al contenido de níquel. Esta operación, denominada también escombreo, comienza una vez exista un adelanto del desbroce y se considera terminada una vez que llega a la cota del techo mineral, en el subacápite II.10.6 se muestra una organización detallada de estas operaciones. El equipamiento a utilizar será la retroexcavadora Liebherr R984 para el arranque-carga del estéril y como medio de transporte los camiones Volvo BM A40 para el traslado del material a la escombrera. Las características técnicas de ambos equipos se muestran en las tablas N°7 y N°8. El volumen de estéril a destapar es de 180814.61 m³, en anexo N°1 se recoge además la cantidad de estéril para cada banco.

Tabla N° 7 Características técnicas de la retroexcavadora Liebherr R984.

Parámetros	U/M	Dimensiones
Volumen del cubo	m ³	6
Duración del ciclo de trabajo	s	25
Longitud de la pluma	m	7.8
Potencia	HP	685
Peso neto	t	65
Alcance máximo durante el arranque	m	7.0



Tabla N°8. Características técnicas del camión Volvo BM A40D.

Parámetros	U/M	Dimensiones
Capacidad de carga	t	37
Potencia del motor	Kw	309
Tara	Kg	31 270
Ancho	m	3.43
Altura	m	3.74
Longitud	m	11.3
Ángulo de giro de la cabina	°	45
Fórmula de las ruedas	-	6x6

II.5.3 Arranque y carga del componente útil.

Esta operación consiste en extraer el mineral para su posterior trasportación a la planta de pulpa. El equipamiento con el que se realizará esta actividad será la retroexcavadora Liebherr R984, con las mismas características técnicas que la utilizada en la operación anterior.

El desarrollo de la minería en esta área se realizará por frentes continuos a través de bancos múltiples, las excavadoras van a moverse se norte a sur y viceversa. Durante el trabajo con la retroexcavadora el talud del frente de explotación tendrá un ángulo 80-85° aproximadamente.

El método de carga mas utilizado será arranque-carga inferior (figura N°1.) lo que permitirá una disminución sensible en la duración del ciclo de trabajo del equipo.

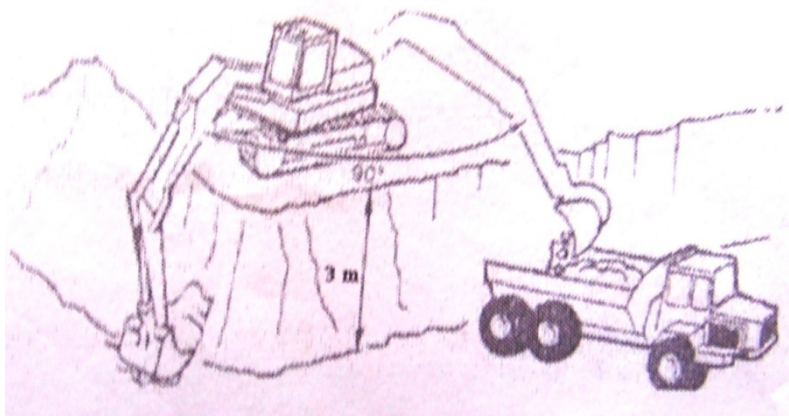


Figura N°1. Esquema de arranque y carga inferior.



II.5.4 Transporte del mineral.

Esta operación constituye uno de los eslabones fundamentales del proceso productivo de una entidad minera, la misma se basa en el traslado del mineral hasta la planta de pulpa o los depósitos. En estos momentos la distancia de trasportación influye se encuentra a 9.7 Km de la planta de procesamiento. La empresa se encuentra en la actualidad inmersa en un proyecto de ampliación de la capacidad productiva, para lo cual dispondrá de una nueva planta, ubicada a una menor distancia del yacimiento. Este proyecto no incluye los cálculos de trasportación del mineral para la nueva planta debido a que la misma no se encontrará en explotación para el año 2009.

Se utilizarán camiones articulados VOLVO BM A40D con las mismas características técnicas que el empleado para el traslado del escombro (tabla N°8). Este equipamiento presenta una serie de ventajas, algunas de las cuales de mencionan a continuación:

- ✓ Gran maniobrabilidad , facilitada por el sistema articulado.
- ✓ Posibilidad de vencer grandes pendientes.
- ✓ Excelente movilidad en el área de descarga.
- ✓ Pocas exigencias de la vía.
- ✓ Posibilitan la elevación de la productividad de los equipos de carga.
- ✓ Potencia de frenado uniforme.
- ✓ Posibilidad de trabajar en condiciones climáticas adversas.

II.5.5 Diseño y formación de la escombrera.

Las labores de formación de escombreras representan el último proceso tecnológico fundamental en la explotación de una mina a cielo abierto.

Durante la planificación y proyección de las labores de escombreo hay que considerar los siguientes factores:

- ✓ Las escombreras deben tener el volumen suficiente
- ✓ Encontrarse a la distancia mínima del punto de carga de las rocas de destape
- ✓ Estar situadas en áreas sin mineral
- ✓ No obstaculizar el desarrollo de los trabajos mineros



- ✓ Cumplir las reglas de seguridad de los trabajos

El laboreo de escombreo incluye los siguientes trabajos:

- ✓ Descarga de las rocas
- ✓ Distribución de las rocas en la escombrera
- ✓ Compactación del material depositado

Tres de los índices más empleados para la clasificación de las escombras son: según el lugar de ubicación, que pueden ser de tres tipos, interiores, exteriores y combinadas, según el método de mecanización empleado, aquí tenemos las que se realizan con excavadoras, con buldozer, con screpas, las hidráulicas y combinadas, por último se clasifican con relación a su altura, aquí tenemos las de un piso y las de varios pisos. La mayor difusión en la actualidad la han obtenido las escombreras de excavadoras y de buldozer de varios pisos.

Para este trabajo se realizará una escombrera interior de dos pisos con el empleo del buldozer como equipo mecanizado ubicada al norte del área (Ver anexo N°3). Las labores de escombreo se realizan con este equipo como regla general cuando las rocas estériles son transportadas por camiones.

El orden de ejecución de la escombrera será de la forma siguiente, las rocas se descargan sobre toda el área de la escombrera después se nivela con los buldozeres y se apisona con cilindros o compactadores, así queda lista para la segunda capa. La distancia de transportación de las rocas por los buldozeres no sobrepasa los 5-20 m.

Los parámetros fundamentales de la misma tendrán las siguientes dimensiones:

- ✓ Altura del banco (3m)
- ✓ Talud con pendiente (2:1= 26.6° y 3:3 = 45°)
- ✓ Bermas de 4 m entre el borde superior de cada capa y con una pendiente hacia el interior de 0.5%



En la figura N°2 se muestra un perfil transversal de una escombrera de varios pisos.

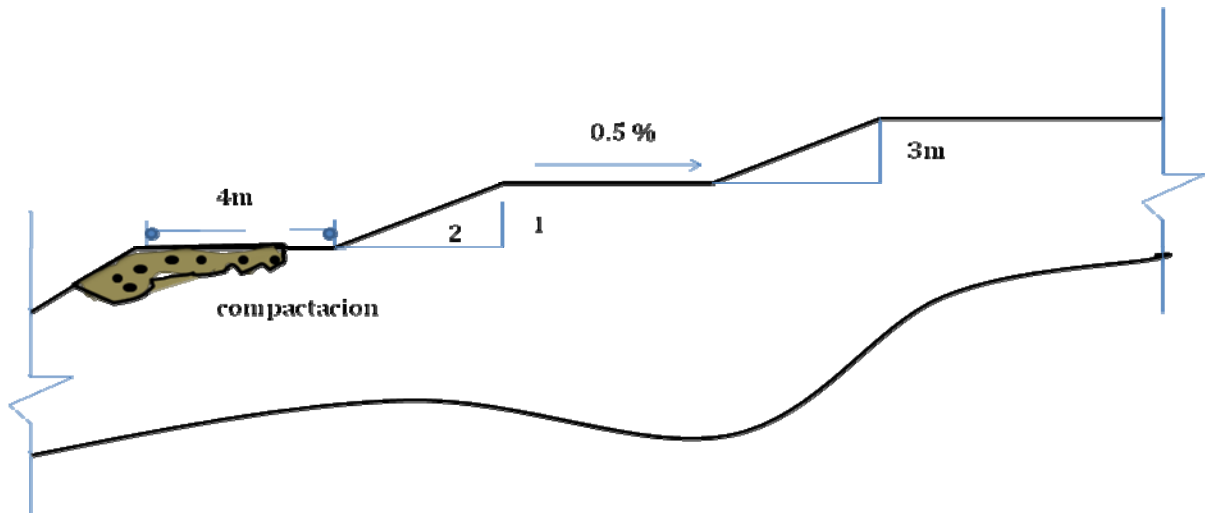


Figura N°2. Perfil de una escombrera de dos pisos.

II.5.6 Trabajos auxiliares.

Los trabajos auxiliares están encaminados a lograr que se realicen los procesos principales con la calidad y en el tiempo requerido, dentro de ellos tenemos, el mantenimiento de caminos y equipamiento, el regado de agua a los caminos mineros para evitar la propagación de polvo, la nivelación de los diferentes frentes de extracción, el bombeo del agua acumulada en caso de haberse formado una gran laguna que imposibilite la extracción en una zona, y el resto de actividades que aseguran se cumpla con el plan de producción de la entidad minera.

II.6 Construcción del camino.

El diseño de las vías de transporte debe ser tal que los equipos que se utilicen se muevan sin perder el ritmo de las operaciones en condiciones seguras. Para su diseño hay que tener en cuenta una serie de aspectos, tales como:

- ✓ Tipo de terreno
- ✓ Pendiente
- ✓ Curvatura: radios peraltes y sobre ancho
- ✓ Visibilidad en curvas y cambios de rasante
- ✓ Conexión de bombeo
- ✓ Drenaje



Un parámetro fundamental en la construcción de un camino lo constituye la pendiente del terreno. La determinación de la pendiente óptima de una vía se realiza a partir de las curvas características de los vehículos dada por su potencia, velocidad y capacidad de frenado. Los mejores rendimientos y costos, conjuntamente con las condiciones de seguridad adecuadas, se obtienen con pendientes menores o iguales al 8%, con una resistencia a la rodadura normal.

Para este trabajo se tienen dos caminos, uno que va desde el camino principal (que llega hasta planta de pulpa) hasta el Área 32, y otro desde aquí hasta la escombrera que estará situada a 1 Km, ubicada en la zona ya explotada del área 31(Ver anexo N°4).

En la figura N°3 se muestra un perfil de una vía de transporte, el ancho de la misma se determinó por la siguiente expresión:

$$A=2*(D+C+a)+F$$

$$A= 15.86 \text{ m}$$

Donde:

D: Ancho de la zanja de drenaje; 1.5 m

C: Distancia entre el borde exterior del neumático y el borde del vial; 1.5 m

a: Ancho del medio de transporte; 3.43 m

F: Distancia de seguridad entre los camiones durante el tránsito por vías opuestas; 3 m

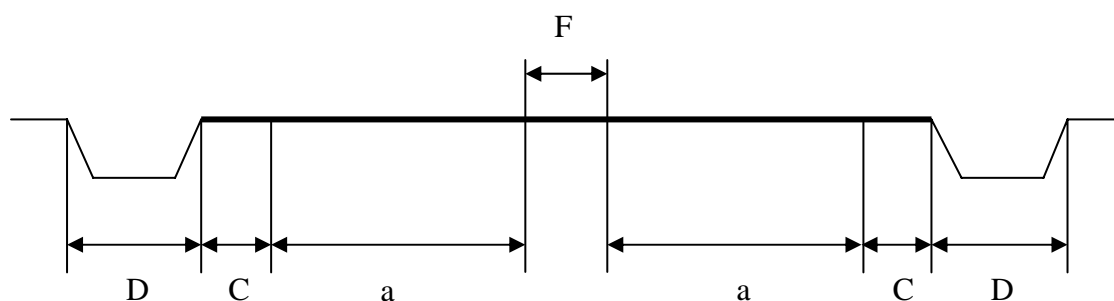


Figura N°3. Perfil de la vía transporte.



II.7 Elección y fundamento del Sistema de Explotación del Área 32.

Las características del área expuestas anteriormente no permiten otro método que no sea a cielo abierto. En este caso, considerando la potencia promedio de mineral, alrededor de 4 m, las características del equipamiento minero disponible y la experiencia acumulada por la entidad minera durante todos estos años de extracción, se decidió continuar con el Sistema de Explotación por Bancos, con el desarrollo de la minería en el sentido de la pendiente del terreno y el desplazamiento de los frentes de trabajo en dirección horizontal.

La explotación se relazará de norte a sur, con desplazamiento de los bancos de este a oeste, se extraerá todo el volumen de un banco para luego dar inicio a la explotación del que le continúa, así avanzará la explotación en el Área 32 hasta complementar la extracción de los 24 bancos que contienen componente útil. (Ver anexo N°9).

En los anexos N°6 y N°7 se muestran dos vistas en planta que representan la secuencia de la explotación. En el primer caso se representan los trabajos de destape del banco 41, y en el siguiente se puede apreciar una parte del mineral destapado en el banco 42 que se encuentra listo para la extracción, de esta forma continúa avanzando la explotación minera, hasta alcanzar el banco 65, en el cual termina la extracción proyectada de toda la zona.

II.8 Parámetros del diseño de la mina y cálculo de los índices fundamentales del Sistema de Explotación.

El procedimiento para realizar la explotación queda definido por la aplicación de los parámetros o criterios de diseño de la excavación, el cual permite alcanzar las productividades programadas por la empresa de la forma más económica y eficiente posible en condiciones de seguridad del trabajo.

Parámetros geométricos que configuran el Sistema de Explotación:

Banco.

Es el escalón comprendido entre dos niveles, constituye la capa que se explota (estéril o mineral) y es objeto de excavación desde un punto inicial hasta una posición final preestablecida. Los bancos están divididos en bloques de 8 x 8 x 3 m para su mejor explotación.



Altura del banco.

Es la distancia vertical entre dos niveles, la misma se establece a partir de las dimensiones de los equipos de excavación-carga, las propiedades físico-mecánicas de la mena, las condiciones de yacencia, y la cantidad de horizontes de trabajo simultáneos. En nuestro caso teniendo en cuenta todos estos factores se toma una altura de 3 m (Ver figura N°3), la cual para este tipo de yacimiento presenta una serie de ventajas:

- ✓ Mejores condiciones de seguridad durante los trabajos debido al incremento de la estabilidad del banco.
- ✓ Mejores condiciones durante las operaciones de arranque-carga inferior.
- ✓ Mayor rapidez en la ejecución de las trincheras de acceso y en la preparación de nuevos horizontes, la cual permite una disminución del volumen de trabajo de las mismas.
- ✓ Mejores condiciones durante los trabajos de rehabilitación en las zonas minadas.

Ancho de la plazoleta de trabajo.

Se considera la sumatoria de los espacios necesarios para el movimiento de los equipos que trabajan simultáneamente en el banco. Cuando la carga se realiza desde la plataforma superior del banco el ancho mínimo de la plataforma es de 12 m (ver figura N°4), si la carga se realiza al 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, lo recomendable es que el ancho mínimo de la plataforma sea de 16 m (Edil 2004).

Ángulo del talud del banco.

Este ángulo fue determinado teniendo en cuenta fundamentalmente las propiedades físico-mecánicas de las rocas, y la estabilidad del macizo, siendo el ángulo del talud 85°, tanto para el frente de explotación del bloque como para el borde final del banco.

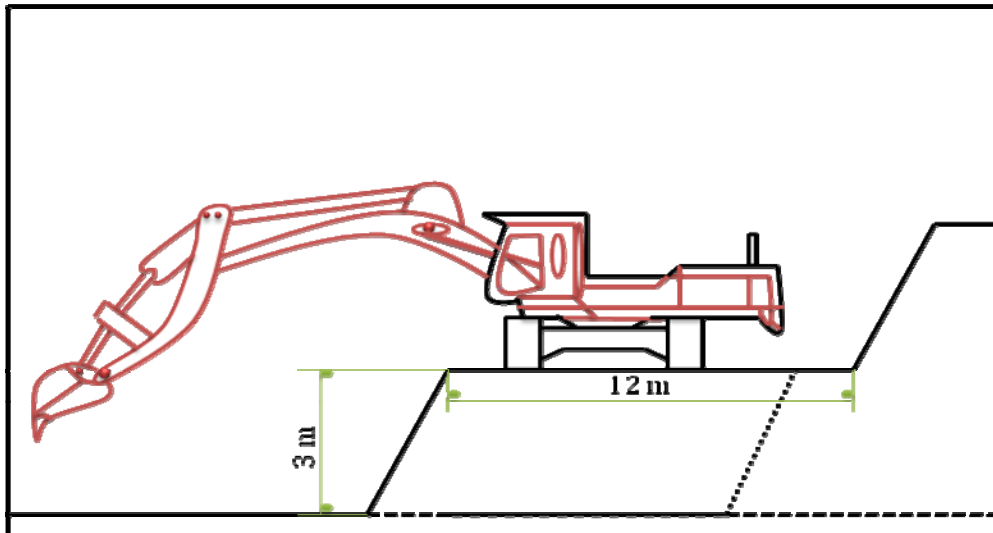


Figura N°4. Esquema de trabajo de la retroexcavadora en un banco.

Cálculo índices fundamentales del Sistema de Explotación.

Velocidad de desplazamiento del bloque (frente de arranque).

$$Vdf = \frac{Q_{Turv}}{A_b * h} = \frac{1211.4}{8 * 3} = 50.48 \text{ m/turno}$$

Donde:

Q_{Turv} : Productividad volumétrica por turno del área 32; 1211.40 m³/turno

A_b : Ancho del bloque de arranque; 8 m

h : Altura del frente de arranque (banco); 3 m

Velocidad de desplazamiento del banco.

$$Vdf = \frac{Q_{Turv}}{L_b * h} = \frac{1211.40}{100 * 3} = 4 \text{ m/turno}$$

Donde:

L_b : Longitud promedio de de los bancos; 100 m

Tiempo para la extracción del mineral.

$$T = \frac{Q_{min}}{Q_{Tur}} = \frac{930355.37}{2907.89} = 320 \text{ dias}$$



Donde:

Q_{min} : Reservas totales de mineral del Área 32; 930 355.37 t

Q_{Tur} : Productividad por día del Área 32; 2907.89 t/día

II.9 Apertura de la Área 32.

Por apertura del campo de mina se entiende el laboreo de excavaciones mineras que permitan el acceso del transporte desde la superficie del terreno, (o desde la plazoleta industrial de la mina hasta el yacimiento) o desde cualquier parte ya explotada hasta otro sector sin explotar que garantice la preparación del frente de trabajo. El método de apertura se encuentra estrechamente vinculado con el Sistema de Explotación, con el tipo de transporte, condiciones de yacencia del cuerpo mineral y el régimen de trabajo de la mina. Por ello la proyección de la apertura representa una tarea muy compleja, en la cual varios factores determinantes no pueden ser valorados cuantitativamente, lo que se hace más complicado por su carácter dinámico, puesto que la misma se desarrolla durante todo el período de explotación y habitualmente se modifica en dependencia de las condiciones concretas de un banco a otro.

La apertura para la explotación en esta Área del yacimiento Moa Oriental comienza con la preparación de una plataforma en el banco 38 (cota +287), en el extremo noreste del Área 32 que es a su vez la parte más alta del área. En el anexo N°5 se representa un perfil con el inicio de las labores de apertura y explotación de los primeros bancos, se puede apreciar además en el anexo N°8 una vista en 3D de esta misma operación.

El inicio de la remoción de escombros se realizará ubicando la retroexcavadora en el extremo norte del banco 38 para comenzar con el escombros de los primeros bloques de norte a sur avanzando hacia el oeste, así continuará la explotación de toda el área.



II.10 Cálculo de los procesos tecnológicos para la explotación de la Área 32.

II.10.1 Cálculo del proceso de desbroce.

Como ya se mencionó en el subacápite II.5.1, el desbroce se realizará con el buldozer Komatsu D85, en este caso se utilizarán dos equipos, con lo cual se disminuye considerablemente el tiempo de ejecución de este proceso. En este apartado se calcularán los parámetros del equipamiento con el cual se efectuará esta operación.

Cálculo de los parámetros del Buldozer.

Tiempo de ciclo del buldozer.

$$T_c = \frac{L_1}{V_1} + \frac{L_2}{V_2} + \frac{L_1 + L_2}{V_3} + t_{cv} + t_{ma}$$

$$T_c = \frac{10}{0.8} + \frac{30}{0.9} + \frac{40}{1.5} + 10 + 40$$

$$T_c = 12.5 + 33.33 + 26.67 + 50$$

$$T_c = 122.5 \text{ s} \approx 2.04 \text{ min}$$

Donde:

L_1 : Distancia de corte; 10 m

L_2 : Distancia de arrastre del material; 30 m

V_1 : Velocidad del equipo durante el corte; 0.8 m/s

V_2 : Velocidad de la máquina durante el traslado del material arrancado; 0.9 m/s

V_3 : Velocidad de la máquina durante su traslado en vacío; 1.5 m/s

t_{cv} : Tiempo de cambio de velocidades; 10 s

t_{ma} : Tiempo de maniobra; 40 s



Volumen de rocas en el prisma de arrastre.

$$V = \frac{h_c * a_p * l_c}{2} = \frac{1.4 * 2.42 * 3.6}{2}$$

$$V = 6,09 \text{ m}^3$$

Donde:

h_c : Altura de la cuchilla; 1.4 m

l_c : Longitud de la cuchilla; 3.6 m

a_p : Ancho del prisma de arrastre.

$$\cot\beta = \frac{a_p}{h_c} \quad a_p = h_c * \cot\beta$$

$$a_p = 1.4 * \cot 30^\circ$$

$$a_p = 1.4 * 1.73$$

$$a_p = 2.42 \text{ m}$$

Donde:

β : Angulo que forma el prisma en el arrastre; (°)

Productividad horaria.

$$Q_h = \frac{3600 * V * K_u * K_{dm}}{T_c * K_e}$$

$$Q_h = \frac{3600 * 6.09 * 0.8 * 0.85}{122.5 * 1.3}$$

$$Q_h = 93.62 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Donde:

K_u : Coeficiente de utilización del equipo; 0.8

K_{dm} : Coeficiente de disponibilidad mecánica; 0.85

T_c : Tiempo de ciclo de la máquina; 122.5 s

K_e : Coeficiente de esponjamiento; 1.3



Productividad por turno.

$$Q_T = Q_h * T_T$$

$$Q_T = 93.62 * 12$$

$$Q_T = 1123.44 \text{ m}^3/\text{T}$$

Donde:

T_T : Duración de un turno de trabajo; 12 h

Productividad diaria

$$Q_d = Q_T * N_T$$

$$Q_d = 1123.44 * 2$$

$$Q_d = 2\,246.88 \text{ m}^3/\text{día}$$

Donde:

N_T : Número de turnos en un día; 2

Productividad diaria conjunta de los dos buldozer.

$$Q_c = Q_d * 2$$

$$Q_c = 2\,246.88 * 2$$

$$Q_c = 4\,493.76 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tiempo necesario para el desbroce.

$$T_d = \frac{V_d}{Q_c}$$

$$T_d = \frac{230\,146.39}{4\,493.76}$$

$$T_d = 51.21 \text{ días}$$

II.10.2 Cálculo del proceso de destape.

La realización de los cálculos de esta actividad se dividió en dos, la primera comprende las labores de arranque y carga del estéril y la segunda esta dada por la trasportación de este material arrancado hacia la escombrera, la cual estará ubicada a una distancia de 1 Km aproximadamente del Área 32.



II.10.2.1 Cálculo del equipamiento de arranque y carga durante el destape.

Productividad teórica.

$$Q_{\text{teo}} = \frac{3600 * E_c}{t_c}$$

$$Q_{\text{teo}} = \frac{3600 * 6}{25}$$

$$Q_{\text{teo}} = 864 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

E_c : Capacidad de la cuchara de la retroexcavadora; 6 m^3

t_c : Tiempo de ciclo durante el proceso de trabajo; 25 s

Productividad técnica.

$$Q_{\text{tec}} = Q_{\text{teo}} * \frac{k_{ll}}{k_e}$$

$$Q_{\text{tec}} = 864 * \frac{1.05}{1.3}$$

$$Q_{\text{tec}} = 697.84 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

K_{ll} : Coeficiente de llenado de la cuchara de la retroexcavadora; 1.05

K_e : Coeficiente de esponjamiento del escombros; 1.3

Productividad de explotación.

$$Q_{\text{exp}} = Q_{\text{tec}} * k_u * k_{dm}$$

$$Q_{\text{exp}} = 697.84 * 0.83 * 0.85$$

$$Q_{\text{exp}} = 492.33 \text{ m}^3/\text{h}$$



Donde:

K_u : Coeficiente de utilización; 0.83

K_{dm} : Coeficiente de disponibilidad mecánica; 0.85

Productividad de explotación por turno.

$$Q_{\text{expt}} = Q_{\text{exp}} * T_T$$

$$Q_{\text{expt}} = 492.33 * 12$$

$$Q_{\text{exp}} = 5907.96 \text{ m}^3/\text{turno}$$

Productividad de explotación por día.

$$Q_{\text{expd}} = Q_{\text{exp}} * 2$$

$$Q_{\text{expd}} = 5907.96 * 2$$

$$Q_{\text{expd}} = 11\ 815.92 \text{ m}^3/\text{día}$$

Cantidad de cucharones o ciclos para la carga del transporte automotor.

$$N_c = \frac{V_{\text{cam}}}{V_{\text{real}}} = \frac{25.87}{6.30} = 4.11 \approx 4 \text{ cucharones}$$

Donde:

V_{cam} : Capacidad de carga del camión colmado.

V_{real} : Capacidad volumétrica real del cubo.

Capacidad volumétrica real del cubo

$$V_{\text{real}} = V_c * k_l$$

$$V_{\text{real}} = 6 * 1.05$$

$$V_{\text{real}} = 6.3 \text{ m}^3$$

Capacidad de carga del camión colmado.

$$V_{\text{cam}} = \frac{v_{ca}}{\gamma_e} = \frac{37}{1.43}$$

$$V_{\text{cam}} = 25.87 \text{ m}^3$$



Donde:

V_{ca} : Capacidad de carga del camión según el fabricante; 37 t

γ_e : Masa volumétrica del estéril; 1,43 t/m³

Tiempo en el que el equipo puede arrancar y cargar el escombros.

$$T_{cae} = \frac{A_e}{Q_{expd}} = \frac{410961}{11815.92}$$

$$T_{cae} = 34.78 \approx 35 \text{ días}$$

II.10.2.2 Cálculo del transporte para el escombros.

Tiempo del recorrido total.

$$Trt = Trcc + Trcv + Tc + Td + Tmc + Tmd + Ter$$

$$Trt = 3.33 + 3 + 1.67 + 1 + 1.5 + 1.5 + 5$$

$$Trt = 17 \text{ min}$$

Donde:

Trcc: Tiempo de recorrido del camión cargado; 3.33 min

Trcv: Tiempo de recorrido del camión vacío; 3 min

Tc: Tiempo de carga; 1.67 min

Td: Tiempo de descarga; 1 min

Tmc: Tiempo de maniobra para la carga; 1.5 min

Tmd: Tiempo de maniobra para la descarga; 1.5 min

Ter: Tiempo de espera y retención; 5 min

Tiempo de recorrido del camión cargado.

$$Trcc = \frac{60 * De}{Vrc} = \frac{60 * 1}{18} = 3.33 \text{ min}$$



Donde:

De: Distancia de trasportación del estéril hasta la escombrera; 1 Km

Vrc: Velocidad de recorrido del camión cargado; 18 km/h

Tiempo de recorrido del camión vacío.

$$Trcv = \frac{60 * De}{Vrv} = \frac{60 * 1}{20} = 3 \text{ min}$$

Donde:

Vrv: Velocidad de recorrido del camión vacío; 20 km/h

Tiempo de carga.

$$Tc = \frac{Tc * Nc}{60} = \frac{25 * 4}{60} = 1.67 \text{ min}$$

Donde:

Tc: Tiempo de ciclo de la retroexcavadora; 25 s

Nc: Número de cucharones para cargar el camión; 4

Cálculo de la cantidad de viajes de los camiones.

$$Nv = \frac{Tt - (Toc + Tm + Td + Tr)}{Tc}$$

$$Nv = \frac{720 - (15 + 80 + 30 + 45)}{17} = 32.35$$

Nv= 32 viajes

Donde:

Tt: Tiempo de duración de un turno de trabajo; 720 min

Toc: Tiempo para las operaciones de cambio de turno; 15 min

Td: Tiempo de descanso reglamentado en el turno; 30 min



Tm: Tiempo destinado para el almuerzo y la merienda en el turno; 80min

Tr: Tiempo empleado para habilitar, considera además pérdidas por otros imprevistos; 45min

Volumen de rocas que transporta el camión.

$$V_{cam} = N_c * V_{real}$$

$$V_{cam} = 4 * 6.3 = 25.2 \text{ m}^3$$

Donde:

V_{real} : Capacidad volumétrica real del cubo.

$$V_{real} = E_c * K_{II}$$

$$V_{real} = 6 * 1.05$$

$$V_{real} = 6.3 \text{ m}^3$$

Productividad de un camión por turno.

$$Q_{exp t} = N_v * V_{cam} * K_{dm}$$

$$Q_{exp t} = 32 * 25.2 * 0.85$$

$$Q_{exp t} = 685.44 \text{ m}^3 / \text{turno}$$

Productividad de un camión por día.

$$Q_{exp d} = Q_{exp t} * 2 = 685.44 * 2$$

$$Q_{exp d} = 1370.88 \text{ m}^3 / \text{día}$$

II.10.3 Cálculo del proceso de arranque- carga del mineral.

Cálculo del equipo de arranque – carga.



Productividad teórica.

$$Q_{\text{teo}} = \frac{3600 * E_c}{t_c}$$

$$Q_{\text{teo}} = \frac{3600 * 6}{25}$$

$$Q_{\text{teo}} = 864 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

E_c : Capacidad de la cuchara de la retroexcavadora; 6 m³

t_c : Tiempo de ciclo durante el proceso de trabajo; 25 s

Productividad técnica.

$$Q_{\text{tec}} = Q_{\text{teo}} * \frac{k_{ll}}{k_e}$$

$$Q_{\text{tec}} = 864 * \frac{1.05}{1.3}$$

$$Q_{\text{tec}} = 697.85 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

K_{ll} : Coeficiente de llenado de la cuchara de la retroexcavadora; 1.05

K_e : Coeficiente de esponjamiento del escombros; 1.3

Productividad de explotación horaria.

$$Q_{\text{exp}} = Q_{\text{tec}} * k_u * k_{dm} * \gamma_m$$

$$Q_{\text{exp}} = 697.85 * 0.83 * 0.85 * 1.2$$

$$Q_{\text{exp}} = 590.80 \text{ t/h}$$



Donde:

K_u : Coeficiente de utilización; 0.83

K_{dm} : Coeficiente de disponibilidad mecánica; 0.85

Productividad de explotación por turno.

$$Q_{exp t} = Q_{exp} * 12$$

$$Q_{exp t} = 590.80 * 12$$

$$Q_{exp t} = 7089.6 \text{ t/ turno}$$

Productividad de explotación diaria.

$$Q_{exp d} = Q_{exp t} * 2$$

$$Q_{exp d} = 7089.6 * 2$$

$$Q_{exp d} = 14179.2 \text{ t/ día}$$

Número de cucharones para la carga del camión

$$N_c = \frac{V_{cam}}{V_{real}} = \frac{37}{7.56} = 4.89 \approx 5 \text{ cucharones}$$

Donde:

V_{real} : Capacidad de carga del cubo en toneladas.

$$V_{real} = E * K_{II} * \gamma_m$$

$$V_{real} = 6 * 1.05 * 1.2$$

$$V_{real} = 7.56 \text{ t}$$

Tiempo en el que el equipo puede arrancar y cargar todo el mineral.

$$T_{acm} = \frac{A_m}{Q_{exp d}} = \frac{930355.37}{14179.2} = 65.61 \text{ días}$$

$$T_{acm} \approx 66 \text{ días.}$$



Cantidad de retroexcavadora que se necesita para asegurar la productividad

$$N_e = \frac{930355.37}{Q_{expd} * N_{dia}} = \frac{930355.37}{14179.2 * 320} = \frac{930355.37}{4537344}$$

$$N_e = 0.21 \approx 1 \text{ Retroexcavadora}$$

II.10.4 Cálculo del proceso de transportación de la masa minera.

Cálculo del transporte automotor.

Tiempo del recorrido total.

$$Trt = Trcc + Trcv + Tc + Td + Tmc + Tmd + Ter$$

$$Trt = 32.33 + 29.1 + 2.08 + 1 + 1.5 + 1.5 + 5$$

$$Trt = 72.51 \text{ min}$$

Donde:

Trcc: Tiempo de recorrido del camión cargado; 32.33 min

Trcv: Tiempo de recorrido del camión vacío; 29.1 min

Tc: Tiempo de carga; 2.08 min

Td: Tiempo de descarga; 1 min

Tmc: Tiempo de maniobra para la carga; 1.5 min

Tmd: Tiempo de maniobra para la descarga; 1.5 min

Ter: Tiempo de espera y retención; 5 min

Tiempo de recorrido del camión cargado.

$$Trcc = \frac{60 * Dm}{Vrc} = \frac{60 * 9.7}{18} = 32.33 \text{ min}$$

Donde:

Dm: Distancia de transportación del mineral hasta el mineral; 9.7 Km

Vrc: Velocidad de recorrido del camión cargado; 18 km/h



$$T_{rcv} = \frac{60 * D_m}{V_{rv}} = \frac{60 * 9.7}{20} = 29.1 \text{ min}$$

Donde:

V_{rv}: Velocidad de recorrido del camión vacío; 20 km/h

Tiempo de carga.

$$T_c = \frac{T_c * N_c}{60} = \frac{25 * 5}{60} = 2.08 \text{ min}$$

Donde:

T_c: Tiempo de ciclo de la retroexcavadora; 25 s

N_c: Número de cucharones para cargar el camión; 5

Cálculo de la cantidad de viajes de los camiones

$$N_v = \frac{T_t - (T_{oc} + T_m + T_d + T_r)}{T_c}$$

$$N_v = \frac{720 - (15 + 80 + 30 + 45)}{72.51} = 7.58$$

N_v ≈ 7 viajes

Tonelaje de rocas que transporta el camión.

$$V_{cam} = N_c * V_{real} * \gamma_m$$

$$V_{cam} = 5 * 6.3 * 1.2 = 37 \text{ t}$$

Donde:

V_{real}: Capacidad volumétrica real del cubo.

$$V_{real} = E_c * K_{II}$$

$$V_{real} = 6 * 1.05$$

$$V_{real} = 6.3 \text{ m}^3$$



Productividad de un camión por turno.

$$Q_{\text{exp } t} = Nv * V_{\text{cam}} * K_{dm}$$

$$Q_{\text{exp } t} = 7 * 37 * 0.85$$

$$Q_{\text{exp } t} = 220.15 \text{ t / turno}$$

Productividad de un camión por día.

$$Q_{\text{exp } d} = Q_{\text{exp } t} * 2 \text{ m}^3 / \text{día}$$

$$Q_{\text{exp } d} = 440.3 \text{ t/día}$$

Cantidad de camiones necesarios para asegurar la productividad por turno.

$$Nc = \frac{Q_{\text{tur}}}{Q_{\text{exp } t}} = \frac{1453.68}{220.15} = 6.603$$

$$Nc \approx 7 \text{ camiones}$$

II.10.5 Cálculo de la escombrera.

Determinación del área de la escombrera.

$$S_e = \frac{W * K_e}{H_e * K_a}$$

$$S_e = \frac{180814.61 * 1.3}{4 * 0.6}$$

$$S_e = 97\,941.25 \text{ m}^2$$

Donde:

W : Volumen de rocas que serán depositadas en la escombrera durante toda su existencia; 18 0 818.61 m³

K_e: Coeficiente de esponjamiento de las rocas en la escombrera; 1.3

H_e : Altura de la escombrera; 4 m



K_a : Coeficiente que considera los taludes y la no uniformidad del llenado de la escombrera (para escombreras de un nivel, $K_a=0.8-0.9$ y para mas niveles $K_a=0.5-0.7$)

Número de ciclos de descarga en la escombrera en una hora.

$$N = \frac{A_{eh} * f_n}{Q_c}$$

$$N = \frac{55.51 * 1.35}{25.2}$$

$$N = 3 \text{ ciclos}$$

Donde:

A_{eh} : Productividad en estéril de la mina ; $55,51\text{m}^3/\text{h}$

f_n : Coeficiente que refleja la no uniformidad del trabajo de destape de la mina;

$f_n=1.25-1.5$

Q_c : Volumen de rocas transportadas por un camión en un viaje; 25.2 m^2

Longitud del frente de descarga de la escombrera.

$$L_d = N * b$$

$$L_d = 3 * 18$$

$$L_d = 54 \text{ m}$$

Donde:

b: Ancho de la franja ocupada por un camión durante las maniobras de descarga; 18 m

Número de tramos de descarga en la escombrera trabajando simultáneamente.

$$N_s = \frac{L_d}{60 \div 80}$$

$$N_s = \frac{54}{60}$$

$$N_s = 0.9 \approx 1 \text{ tramo}$$



Número de tramos que se hallan en fase de nivelación.

Como regla se toma igual al anterior.

$$N_n = N_s$$

$$N_n = 1 \text{ tramo}$$

Número de tramos de reserva.

Habitualmente se determina por la fórmula siguiente:

$$N_r = (0.5 - 1.0) * N_s$$

$$N_r = 1 * N_s$$

$$N_r = 1 \text{ tramo}$$

Número total de tramos.

$$N_t = N_s + N_n + N_r$$

$$N_t = 1 + 1 + 1$$

$$N_t = 3 \text{ tramos}$$

Longitud total del frente de la escombrera.

$$L_t = (60 \div 80) * N_t$$

$$L_t = 60 * 3$$

$$L_t = 180 \text{ m}$$

Cantidad necesaria de buldozer.

$$N_b = \frac{V_t}{Q_b}$$

$$N_b = \frac{54.40}{93.62}$$

$$N_b = 0.58 \approx 1 \text{ buldozer}$$

Donde:

Q_b : Productividad horaria del buldozer; 93.62 m³/h

V_t : Volumen de trabajo en la escombrera.



$$V_t = A_{eh} * K$$

$$V_t = 55.51 * 0.98$$

$$V_t = 54.40 \text{ m}^3$$

Donde:

K: Coeficiente que considera la cantidad de rocas que quedan en la plazoleta durante la descarga del camión.

$$K = \frac{V_o}{V_c} = \frac{24.8}{25.2}$$

$$K = 0.98$$

Donde:

V_o: Volumen de rocas que se quedan en la superficie de la plazoleta durante la descarga; 24.8 m³

V_c : Volumen de rocas que transporta el camión; 25.2 m³

II.10.6 Gráfico de organización de las labores mineras para la explotación del Área 32.

La organización detallada de las labores mineras constituye un eslabón primordial para dar cumplimiento a la explotación de una mina. La planificación de la minería debe recoger el orden detallado de los trabajos. En este acápite se expondrán los gráficos de organización de las labores mineras, con los cuales se tendría una herramienta capaz de visualizar en el tiempo la ejecución de los tres procesos básicos en la minería, es decir, el desbroce, destape y la extracción del mineral. Este gráfico permite conocer con exactitud el banco por el que se encuentra una actividad con respecto a la otra, o que volumen se extraído de estéril con relación al mineral, planifica además el tiempo en que transcurren estas tres operaciones, esto resuelve un gran problema para la explotación de estos yacimientos, debido a que la minería se realiza en diferentes áreas al unísono y no siempre se tiene un cronograma para distribuir el equipamiento en los diferentes frentes de trabajo.



Como se observa en el gráfico N°1 y N°2 la actividad de desbroce es la primera en dar inicio, luego continua el destape, y por último la extracción (Minería), estas operaciones se simultanean entre sí. Se puede apreciar que pasados los primeros 15 días del desbroce comienza el destape, y 12 días después da inicio a la extracción, es decir que la tercera actividad comienza transcurridos 27 días de iniciarse los trabajos en el Área 32.

La actividad de destape se realizará con dos bulldozers, cuyas productividades aseguran la ejecución en el tiempo establecido de la operación, el comienzo de los trabajos de destape (escombreo), se realizarán con una retroexcavadora para el arranque y carga del estéril, y con tres, dos y un camión durante toda su actividad, es decir, se comenzarán los trabajos con 3 camiones hasta llegar al destape del banco 43, a partir del banco 44 hasta el 46 se escombreará con 2 camiones, y en lo adelante se empleará un solo camión (Ver Anexo N°1). Para la extracción de mineral se empleará una sola retroexcavadora y 7 camiones, con los que se logrará la productividad proyectada en para la explotación del área.

Los cálculos para la confección del gráfico se procesaron en Office, Excel 2007, se cuenta con la programación realizada, la cual permite cambiar la cantidad de camiones a utilizar en cada operación para obtener el comportamiento en el tiempo de estas tres actividades.

Existen dos gráficos, uno de banco (Gráfico N°1) y otro de volumen (Gráfico N°2), ambos en función del tiempo, con solo trazar una recta paralela al eje Y en cualquiera de ellos, se puede observar el comportamiento de los tres procesos con relación al tiempo transcurrido.

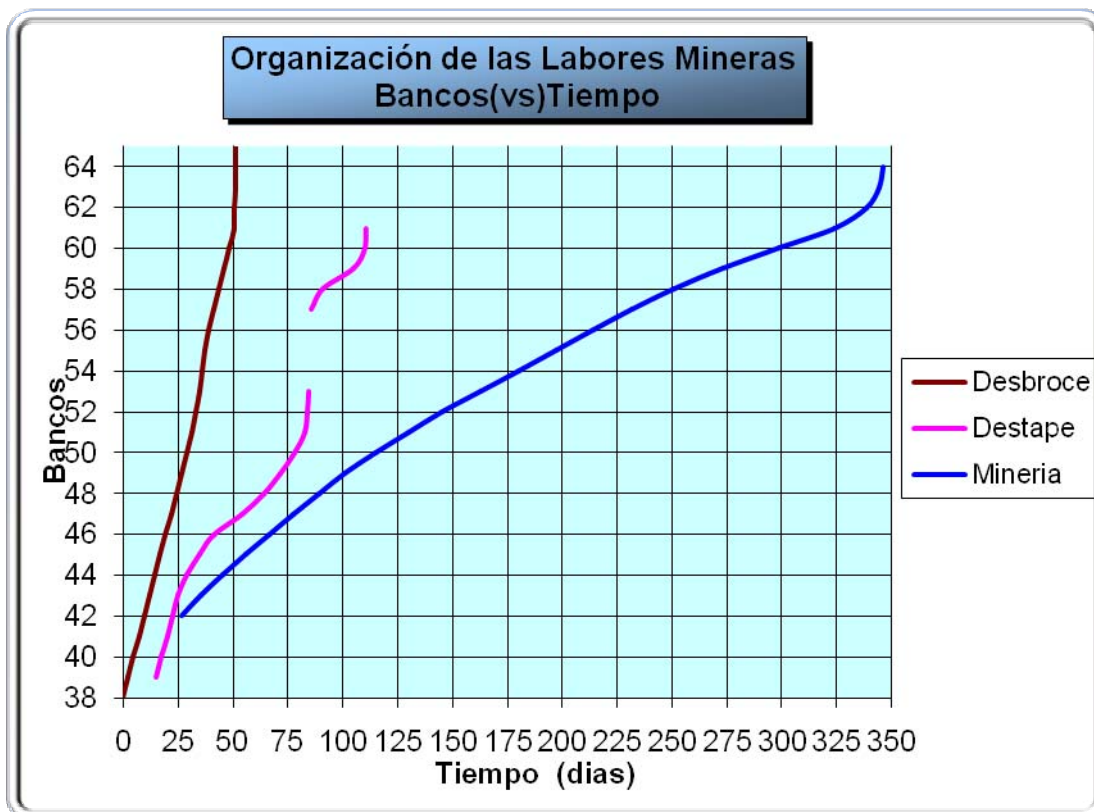


Grafico N°1. Comportamiento de las labores de desbroce, destape y extracción con relación a los diferentes bancos arrancados a medida que transcurre el tiempo.

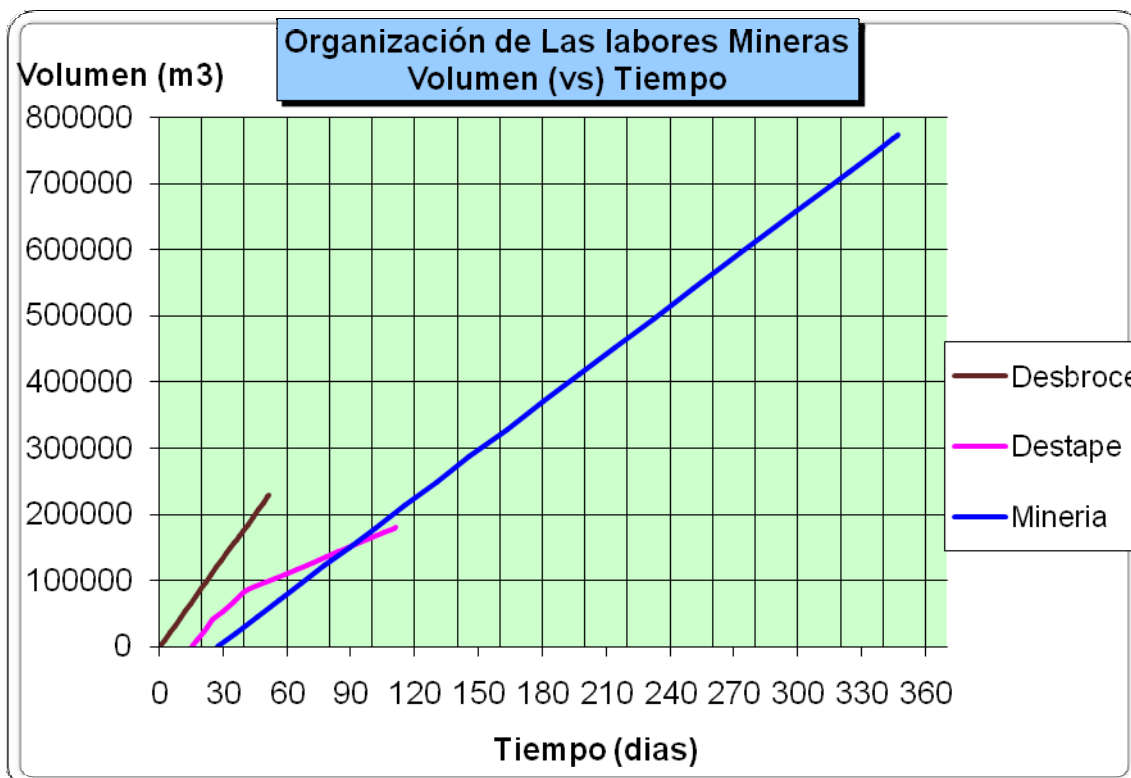


Grafico N°2. Comportamiento de las labores de desbroce, destape y extracción con relación al volumen extraído a medida que transcurre el tiempo.



CAPITULO III. CÁLCULO ECONÓMICO.

III.1 Introducción.

El parámetro fundamental que indica la efectividad de cualquier operación o actividad que se realice es el costo de producción de una tonelada de mineral extraído. Para esto se tiene en cuenta los gastos directos que se originan durante el desbroce, destape y arranque; así como los gastos surgidos por concepto de mantenimiento, reforestación, y los gastos indirectos incurridos durante la explotación de la fase.

III.2 Gastos directos que se originan durante las labores de desbroce.

Los gastos directos que se originan durante el desbroce $G_{d(desbroce)}$ están constituidos por la suma de los gastos por concepto de salario $G_{s(desbroce)}$, los gastos por concepto de depreciación de los equipos $G_{e(desbroce)}$ y los gastos por concepto de combustibles $G_{c(desbroce)}$.

Tabla Nº 9. Gasto por concepto de salarios $G_{s(desbroce)}$

Puesto de trabajo	Cantidad	Salario del mes (\$)	Tiempo de trabajo (meses)	Salario (\$)
Operador de buldózer.	2	437,58	1.6	1400.25
Total				\$ 1400.25

Tabla Nº 10. Gastos por concepto de depreciación de equipos $G_{d(desbroce)}$

Equipos	Cantidad	Valor inicial (\$)	Vida útil (años)	Depreciación 20% (\$/año)	Depreciación Total (\$)
Buldózer	2	650 000	5	130 000	17 333.33
Total					\$ 17 333.33



Tabla N° 11. Gastos por concepto de consumo de combustible $G_{c(desbroce)}$

Equipos	Cantidad	Consumo inicial (L/horas)	Total de horas trabajadas (h)	Precio del litro (\$)	Costo total anual (\$)
Buldózer	2	28	2448	0.65	89107.2
Total					\$89107.2

Gastos directos durante el desbroce.

$$G_{d(desbroce)} = G_{s(desbroce)} + G_{d(desbroce)} + G_{c(desbroce)}$$

$$G_{d(desbroce)} = 1400.25 + 17333.33 + 89107.2$$

$$G_{d(desbroce)} = 92240.70 \$$$

III.3 Gastos originados por la actividad de destape.

Los gastos directos producidos por dicha labor $G_{d(destape)}$ están constituidos por la suma de los gastos por concepto de salario $G_{s(destape)}$, los gastos por concepto de depreciación de los equipos $G_{e(destape)}$ y los gastos por concepto de combustibles $G_{c(destape)}$.

Tabla N° 12. Gastos por concepto de salario $G_{s(destape)}$

Operadores de equipos	Cantidad	Salario mensual (\$)	Tiempo de trabajo (meses)	Salario total (\$)
Chofer de camión.	2	496,27	4.3	4267.9
Operador de retroexcavadora.	1	463,21	4.3	1991.81
Total				\$6259.71

Tabla N° 13. Gastos por concepto de depreciación de equipos $G_{d(destape)}$

Equipos	Cantidad	Valor inicial (\$)	Vida útil (años)	Depreciación 20% (\$/año)	Depreciación Total (\$)
Camión articulado VOLVO A40D	2	450 000	5	90 000	39000
Retroexcavadora	1	1 200 000	5	240 000	26 000
Buldozer	1	650 000	5	130 000	14 083.33
Total					\$79083.33



Tabla Nº 14. Gastos por concepto de combustible $G_{c(destape)}$

Equipos	Cantidad	Consumo horario (L/hora)	Total de horas trabajadas (h).	Precio (\$/año)	Costo total (\$)
Camión articulado VOLVO A40D	2	29	6384	0,65	240676.8
Retroexcavadora	1	25	3192	0,65	51870
Bulldózer	1	28	960	0,65	17 472
Total					\$310018.8

Gastos directos durante el destape.

$$G_{d(destape)ZS} = G_{s(destape)} + G_{d(destape)} + G_{c(destape)}$$

$$G_{d(destape)ZS} = 6259.71 + 79083.3 + 3100188$$

$$G_{d(destape)ZS} = 395361.84 \$$$

III.4 Gastos originados por la actividad de extracción.

Los gastos directos producidos por dicha labor $G_{d(extraccion)}$ están constituidos por la suma de los gastos por concepto de salario $G_{s(extraccion)}$, los gastos por concepto de depreciación de los equipos $G_{d(extraccion)}$ y los gastos por concepto de combustibles $G_{c(extraccion)}$.

Tabla Nº 15. Gastos por concepto de salario $G_{s(extraccion)}$

Operador del equipo	Cantidad	Salario mensual (\$)	Tiempo de trabajo (meses)	Salario total (\$)
Chofer de camión.	7	496,27	0.65	2258.02
Operador de retroexcavadora.	1	463,21	0.65	301.08
Operador de bulldózer	1	437,58	0.65	284.42
Total				\$ 2843.52



Tabla N° 16. Gastos por concepto de depreciación de equipos $G_{d(extraccion)}$

Equipos	Cant.	Valor inicial (\$)	Vida útil (años)	Depreciación 20% \$/año)	Depreciación Total (\$)
Camión articulado VOLVO A40D	7	450 000	5	90 000	34125
Buldózer	1	650 000	5	130 000	7 041.66
Retroexcavadora.	1	1 200 000	5	240 000	13 000
Total					\$ 54166.66

Tabla N° 17. Gastos por concepto de combustible $G_{c(extraccion)}$

Equipos	Cantidad	Consumo horario (L/hora)	Total de horas trabajadas (h)	Precio (\$/año)	Costo total (\$)
Camión articulado VOLVOA40D	7	29	41062	0.65	7740 18.7
Buldozer	1	28	2560	0.65	46592
Retroexcavadora.	1	25	5866	0.65	6 337.5
Total					\$826948.2

Gastos directos durante el destape del Área 32.

$$G_{d(destaspe)32} = G_{s(destape)} + G_{d(destape)} + G_{c(destape)}$$

$$G_{d(destape)32} = 34\,008.23 + 613\,833.33 + 931\,039$$

$$G_{d(destape)32} = 1\,578\,880.56 \$$$

Hay destacar que en estos cálculos se utilizaron la depreciación y no la amortización de los equipos por ser este el índice que se usa en los cálculos de la empresa Moa Níkel S.A., igualmente, en dicha empresa la depreciación de un equipo es considerada en un 20% al año. Cabe señalar que los datos empleados son oficiales por lo que no se dan más detalles por limitantes de acceso a las fuentes de información, ya que se consideran clasificadas, acorde a la política de la empresa mixta.



III.5 Gastos por concepto de mantenimiento.

Estos gastos (G_m) se obtienen considerando la suma de los costos de mantenimiento por hora de operación (C_{hop}) multiplicado por la cantidad de horas de operaciones de cada equipo, planificadas durante el tiempo que se explotará.

Tabla N° 18. Gastos por concepto de mantenimiento (G_m)

Equipos	Horas de operaciones	Costo de mantenimiento/hora de operaciones (\$)	Costo total (\$)
Camión articulado VOLVO A40D.	29 841	10.8	322 278.9
Bulldózer.	15687	22.54	353 584.98
Retroexcavadora.	6677.6	32.5	217 022
Total			\$892885.88

III.6 Gastos por reforestación.

Estos valores se obtienen a partir del momento en que se invierte en la reforestación 0.31 por tonelada de mineral extraído. Esto está acorde a las reglamentaciones y política de la empresa, que emplea la referida tarifa.

$$G_{(refo)} = 0.31 \times Q_{total}$$

$$G_{(refo)} = 0.31 \times 930355$$

$$G_{(refo)} = 288410 \$$$

III.7 Gastos directos generales.

$$G_{dg} = G_{d(desbroce)} + G_{d(destape)} + G_{tdE} + G_{(m)} + G_{(refo)}$$

$$G_{dg} = 395361.84 + 9240.750 + 54166.66 + 892885.88 + 288410.05$$

$$G_{dg} = 1640065.18$$

III.8 Gastos indirectos.

$$G_{ind} = G_{dg} \times 0.06$$

$$G_{ind} = 1640065.18 \times 0.06$$

$$G_{ind} = 98403.91 \$$$



III.9 Gastos totales.

$$G_{\text{totales}} = G_{\text{dg}} + G_{\text{ind}}$$

$$G_{\text{totales}} = 1640065.18 + 98403.91$$

$$G_{\text{totales}} = 1738469.09 \$$$

III.10 Costo de producción por tonelada de mineral extraído.

$$C_{\text{prd}} = \frac{G_{\text{totales}}}{A}$$

$$C_{\text{prd}} = \frac{1738469.09}{930355.37}$$

$$C_{\text{prd}} = 1.87 \$ / \text{tonelada}$$



CAPÍTULO IV. IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN E HIGIENE DEL TRABAJO.

IV.1 Introducción.

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, eh 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.

IV.2 Alteraciones ambientales producto de la explotación.

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). El área será denudada y eliminada parcialmente la capa vegetal, a consecuencia de la explotación a cielo abierto empleado, a la hora de seleccionar el mineral aprovechable se deposita el estéril en la zona prevista de la escombrera, la que es afectada por la erosión, ya sea eólica o por la acción del agua. La explotación del Área 32 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, proceso de deflación y contaminación coniótica.
5. Erosión por las aguas.
6. Destrucción de la vegetación.
7. Afectación al paisaje.
8. Pérdida de la biodiversidad.
9. Emigración 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, estas áreas despobladas están expuestas a factores que inciden en ellos que dañan considerablemente el medio. Uno de estos los más significativo ocurre con el arrastre de sedimentos provocados por las lluvias, por esta razón en los embalses y ríos cercanos se han encontrado una cantidad de partículas sólidas en las aguas, en la tabla que.

Paisaje

La explotación minera causará:

- 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.
- d) 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.

Atmósfera.

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.

IV.2.1 Medidas preventivas y correctoras para minimizar el impacto ambiental surgido.

Tratar que la explotación de la fase permita el menor impacto visual durante la explotación, 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).

1. 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.
2. 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.
 3. El riego de los caminos de acopio del mineral.
 4. La construcción de cunetas de diversión-colección y lagunas de sedimentación en los perímetros de las áreas mineras, y que deben ser mantenidas hasta el total cumplimiento de la rehabilitación (medidas a largo plazo).
 5. 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.

La atmósfera se purifica de modo natural mediante la sedimentación del polvo, el lavado del aire o en las gotas de lluvias, la disolución de algunos gases y partículas sólidas en las gotas de agua.

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 ml/m³ y cuando es natural oscila entre 150-350 ml/m³, 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:

1. El riego con soluciones de sales higroscópicas (de calcio y magnesio).
2. La aplicación en la propia cobertura sólida de sustancias como el cloruro de calcio.
3. Riego de agua (la efectividad del método dura entre 30-120 min en días de temperaturas altas).



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

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 12 b).

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

IV.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:

Requisitos en el puesto de trabajo.

En la mina de la P.S.A. Existen medidas de seguridad a cumplir en cada puesto de trabajo, las que a continuación se presentan:

- 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.



Operador de Buldózer.

- Antes de iniciar el trabajo:
 1. Debe realizar una inspección visual del equipo para asegurarse de las condiciones del mismo.
 2. Comprobar el sistema hidráulico, luces de trabajo, frenos, etc.
 3. Recibir una explicación real del operador que sale, acerca del comportamiento de la máquina.
- Al finalizar el trabajo:
 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.

Operador del camión articulado VOLVO BM A40D.

- Antes de iniciar las labores:
 1. Comprobar el estado de los sistemas de frenado, dirección, juegos de luces 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.



Operador de la retroexcavadora LIEBHERR 984.

- 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.

Se deben cumplir cabalmente con las medidas contra catástrofes que se llevan a cabo en la (mina) P.S.A.

IV.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.

IV.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.

IV.3.3 Medidas de seguridad para el trabajo con Buldozer.

1. Se permite el trabajo en el radio de acción de la excavadora sólo cuando la misma haya sido convenientemente posicionada y el cubo esté apoyado en el suelo.
2. Cuando se realice la reparación debajo de la cuchilla, ésta debe estar convenientemente calzada.
3. Al ejecutarse cualquier tipo de trabajo, las pendientes de los accesos e inclinación transversal no debe sobrepasar los valores máximos señalados por el fabricante.
4. Al empujar el material en las escombreras o depósitos de mineral el equipo no debe sacar la cuchilla fuera del borde del terraplén.
5. Al moverse en dirección paralela al borde de la escombrera o depósito de mineral la distancia entre la estera y el borde del terraplén no debe ser menor de 2m.
6. Los bancos y terrazas creadas por el buldózer en las laderas, deben tener una pendiente transversal de 1-3° hacia el lado opuesto del borde superior del talud.



IV.3.4 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 N° 19 se relacionan las partes del obrero que se deben proteger, así como los medios de protección y los requisitos básicos de estos medios.

Tabla N° 19. Relación entre el trabajador y los medios que deben usar para su protección.

Parte del cuerpo	Medio protector	Requisitos que debe cumplir el 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 respiratoria	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.

Después de realizado el presente trabajo se concluye que:

1. El Sistema de Explotación propuesto es el mas racional y eficiente considerando las características del equipamiento disponible y las condiciones naturales del área.
2. La organización de los trabajos permite la extracción en el tiempo establecido de las reservas minerales del Área 32.
3. El gráfico de organización de las labores de desbroce, destape y extracción es de vital importancia para lograr una buena planificación minera.
4. El costo de producción a pesar de la distancia de transportación es rentable debido fundamentalmente al elevado índice de explotación del equipamiento.



RECOMENDACIONES.

Para lograr una mejoría durante la explotación y futura vida de servicio de la empresa, recomendamos:

1. Planificar las labores mineras para la explotación en diferentes áreas teniendo en cuenta el gráfico de organización propuesto
2. Disminuir aún más la distancia de transportación para hacer más rentable la explotación del yacimiento.
3. La aplicación de este proyecto de explotación adaptándolo a las condiciones de otras áreas.
4. Aplicar la programación realizada en Excel para obtener distintos comportamientos de los gráficos de organización.
5. Que la extracción comience en los primeros días de enero del mes del año 2009 para que se cumpla lo proyectado en el trabajo.



BIBLIOGRAFÍA.

1. Ariosa Iznaga José. Curso de yacimientos minerales metálicos típicos genéticos. Ciudad de la Habana. Editorial pueblo y educación. 1997.
2. Bustillo Revuelta Manuel, López Jimeno C. Recursos minerales (Tipología, Prospección, Evaluación, Explotación, Mineralogía e Impacto Ambiental). Madrid 1996.
3. CECIGMA. Estudio del impacto ambiental, Yacimiento Moa Oriental. Empresa Comandante Pedro Soto Alba Moa Nickel S.A. Pedro Soto Alaba. 2000.
4. Directivos del Departamento de planificación e ingeniería. Plan de Minería, Pedro Soto Alba. 2004.
5. Embree K. D. Perfitt. M. R. Phillips. C.A. Moa Oriental mine development erosion and sediment control. North Bay. Canada. 2001.
6. Knight Piesold Consulting. Serpentina Reject Facility-Conceptual Study of Mining Options. Julio 9, 2004.
7. Hernández Vidal, Edil. Plan de Minería para el año 2008. Mina Pedro Soto Alba. Mina PSA. Moa, Dic-2007.
8. Hernández Vidal, Edil. Proyecto de Minería 2004 – 2008. Mina PSA. Dic. 2005
9. Hernández Vidal, Edil y Domingo, Nelsy. Proyecto de Explotación del Bloque P-46 del Yacimiento Punta Gorda. Mina PSA. Moa. Mayo 2000.
10. Pereira Ginga, Silva. Diseño de la Explotación de la Zona Oeste de Sector N°1 del Yacimiento Moa Oriental. Moa 2001.



11. López Guerrero, Yusmila. Diseño de la Fase 3 de la minería del Yacimiento Moa Oriental. 2002.
12. Manual de restauración del terreno y evaluación de impactos ambientales en minería. España. Instituto Tecnológico de Geominera. 1989.
13. Otaño N.J, Torrens Blanco Roberto. Nociones de Minería. Ministerio de Educación Superior. La Habana 1988.
14. Pereda Hernández, Segundo y Polanco Almaza, Ramón. Transporte Minero. Ciudad de la Habana, 1999.
15. Vera Yaste, Angel. Introducción de los yacimientos de Níquel en Cuba.
16. Figueredo Herrera Yudorquis. Diseño de la Minería de Área 10 de Yacimiento Moa Oriental. Moa 2004.

Anexo N°1. Planificación por bancos de las labores de desbroce, destape y extracción del Área 32.

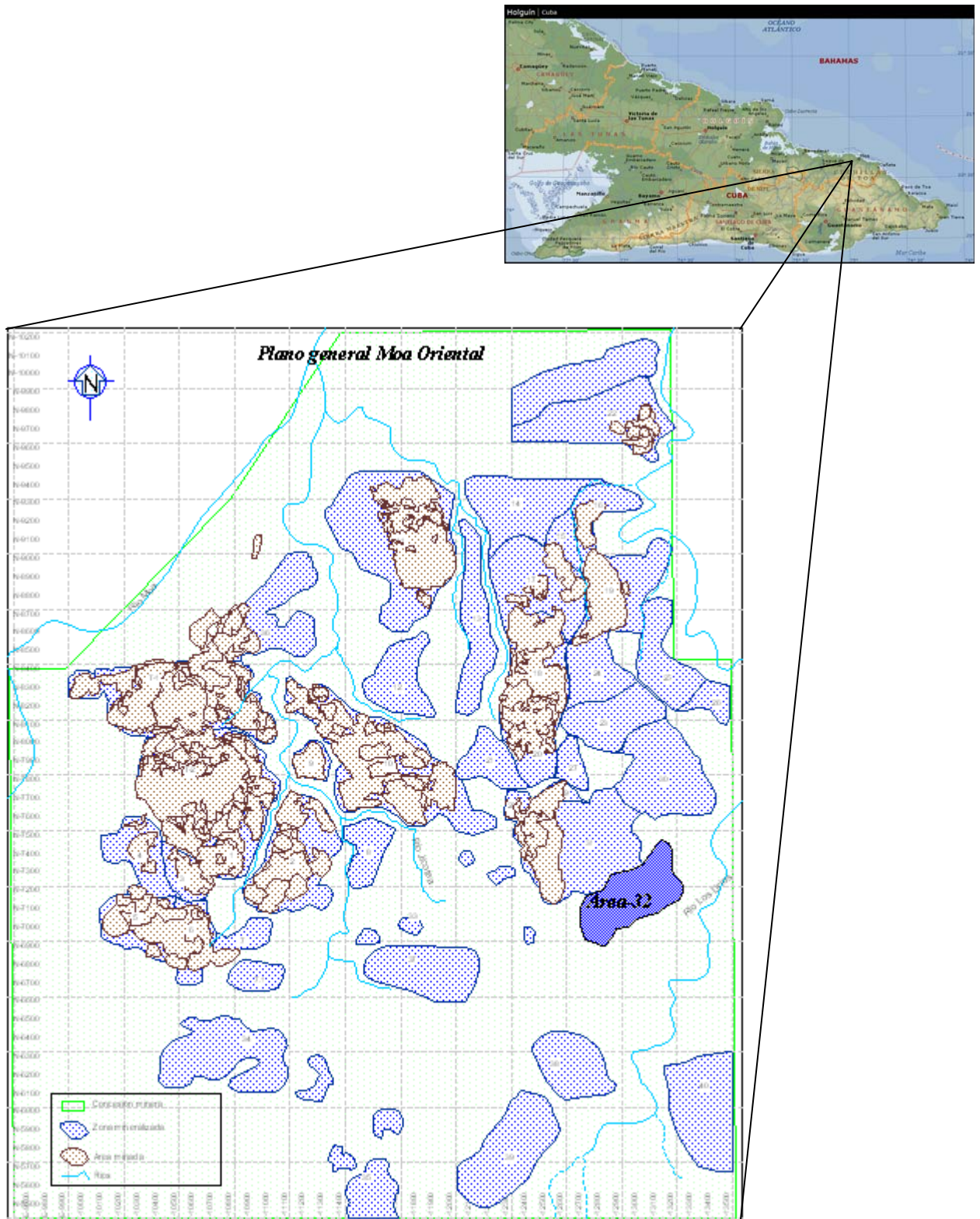


Nota: El tiempo que aparece en la tabla, se refiere a la cantidad de días en los cuales se extrae el volumen del banco.

Nº Banco	DESBROCE		DESTAPE			EXTRACCIÓN		
	Volumen (m ³)	Tiempo (días)	Volumen (m ³)	Nº Camiones	Tiempo (días)	Volumen (T)	Nº Camiones	Tiempo (días)
38	694	0,154	-	3	0		7	-
39	10438,1695	2,32	199,830499	3	0,05		7	-
40	10438,1695	2,32	9552,830499	3	2,32		7	-
41	10950,16694	2,43	11818,83306	3	2,87		7	-
42	10950,16694	2,43	9124,83306	3	2,219	24745,04	7	8,51
43	10950,16694	2,43	10367,83306	3	2,52	29153,9	7	10,03
44	10950,16694	2,43	11908,83306	2	4,34	30644,56	7	10,54
45	10950,16694	2,43	15623,83306	2	5,69	29507,6	7	10,15
46	10950,16694	2,43	16665,83306	2	6,08	32296,2	7	11,11
47	10950,16694	2,43	17693,83306	1	12,91	33751,64	7	11,61
48	10950,16694	2,43	13957,83306	1	10,18	35349,98	7	12,16
49	10950,16694	2,43	10457,83306	1	7,63	40946,51	7	14,08
50	10950,16694	2,43	8853,83306	1	6,46	42544,13	7	14,63
51	10438,1695	2,32	6240,830499	1	4,55	45234,51	7	15,56
52	8219,513929	1,83	1633,486071	1	1,19	51089,47	7	17,57
53	8219,513929	1,83	730,486071	1	0,53	49792,55	7	17,13
54	4173	0,93	-	1	-	49386,45	7	16,99
55	6055	1,34	-	1	-	48916,39	7	16,83
56	7103	1,58	-	1	-	51464,38	7	17,70
57	10438,1695	2,32	1546,830499	1	1,13	55699,99	7	19,16
58	10950,16694	2,44	7554,83306	1	5,51	64645,37	7	22,24
59	10950,16694	2,44	19290,83306	1	14,07	75123,04	7	25,84
60	10950,16694	2,44	6714,83306	1	4,89	72430,4	7	24,91
61	8219,513929	1,83	876,486071	1	0,64	42439,96	7	14,60
62	1777	0,39	-	1	-	17082,09	7	5,88
63	1367	0,30	-	1	-	6106,28	7	2,10
64	145	0,03	-	1	-	2004,93	7	0,69
65	69	0,01	-	1	-		7	

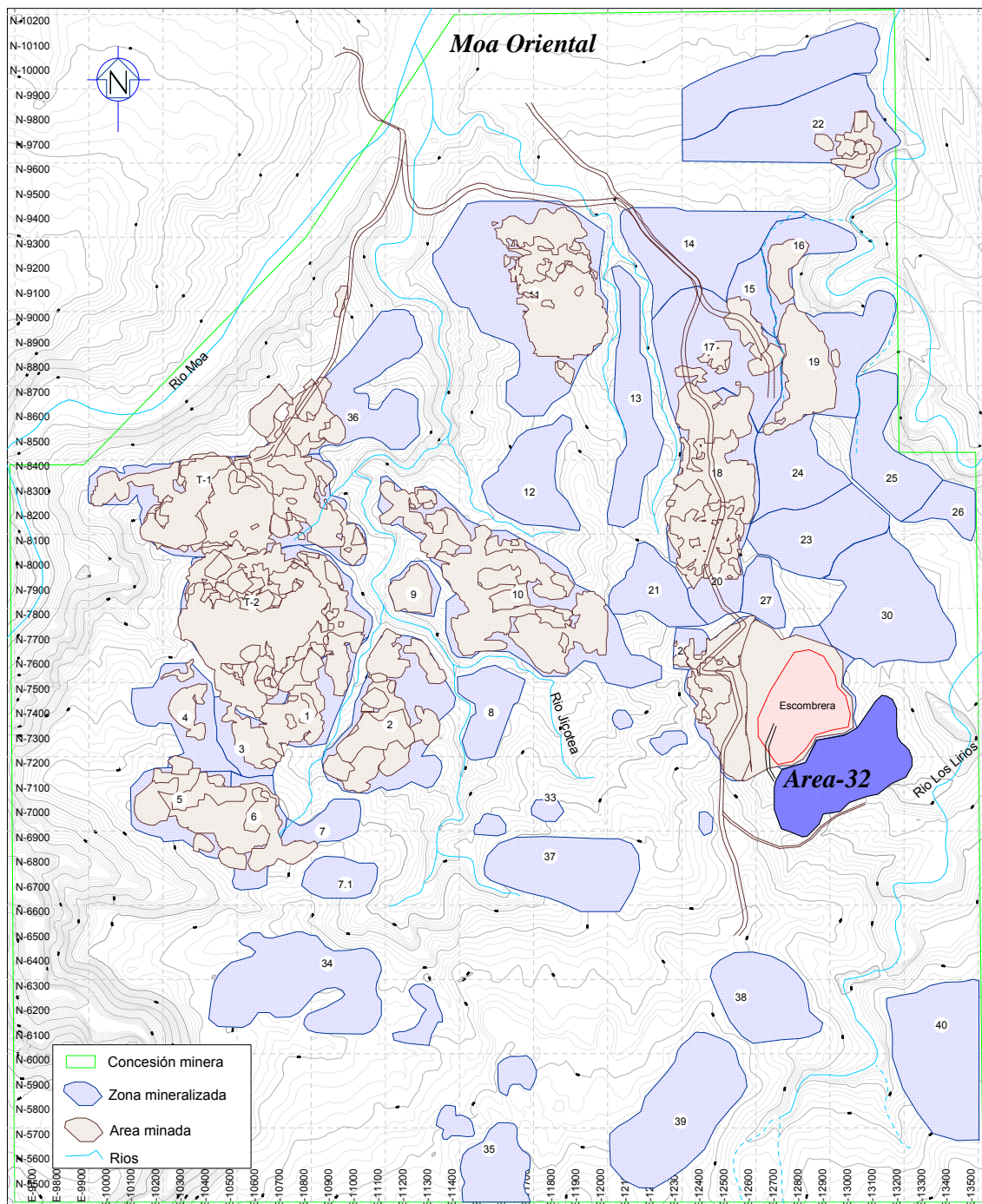


Anexo N°2. Ubicación geográfica del yacimiento de Moa Oriental



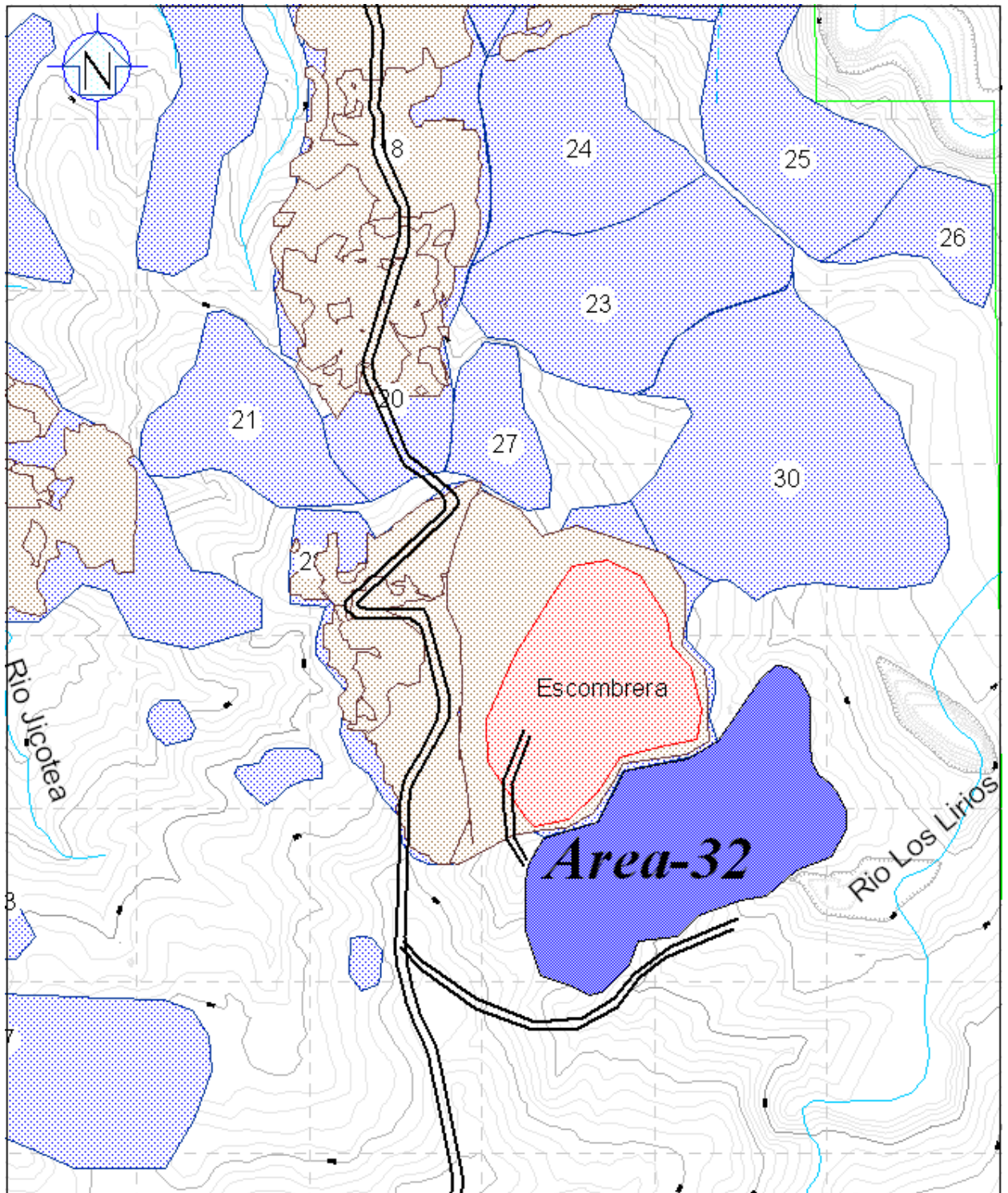


Anexo N° 3. Ubicación geográfica del Área 32.



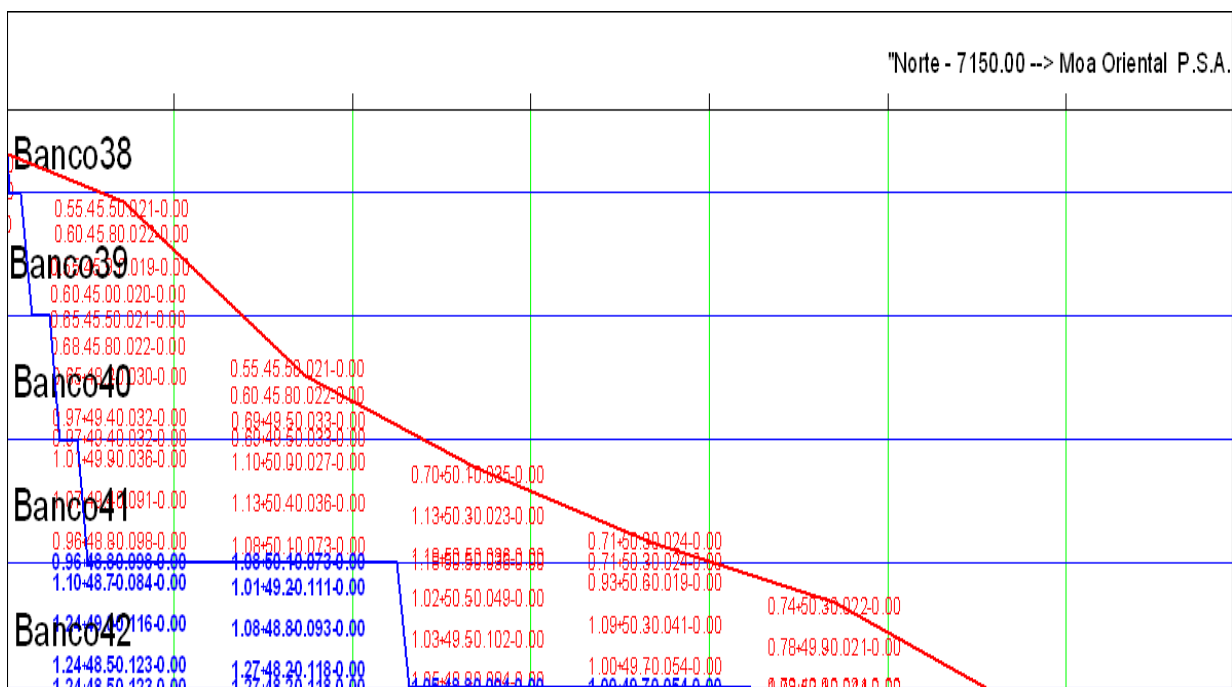


Anexo N° 4. Caminos de acceso.



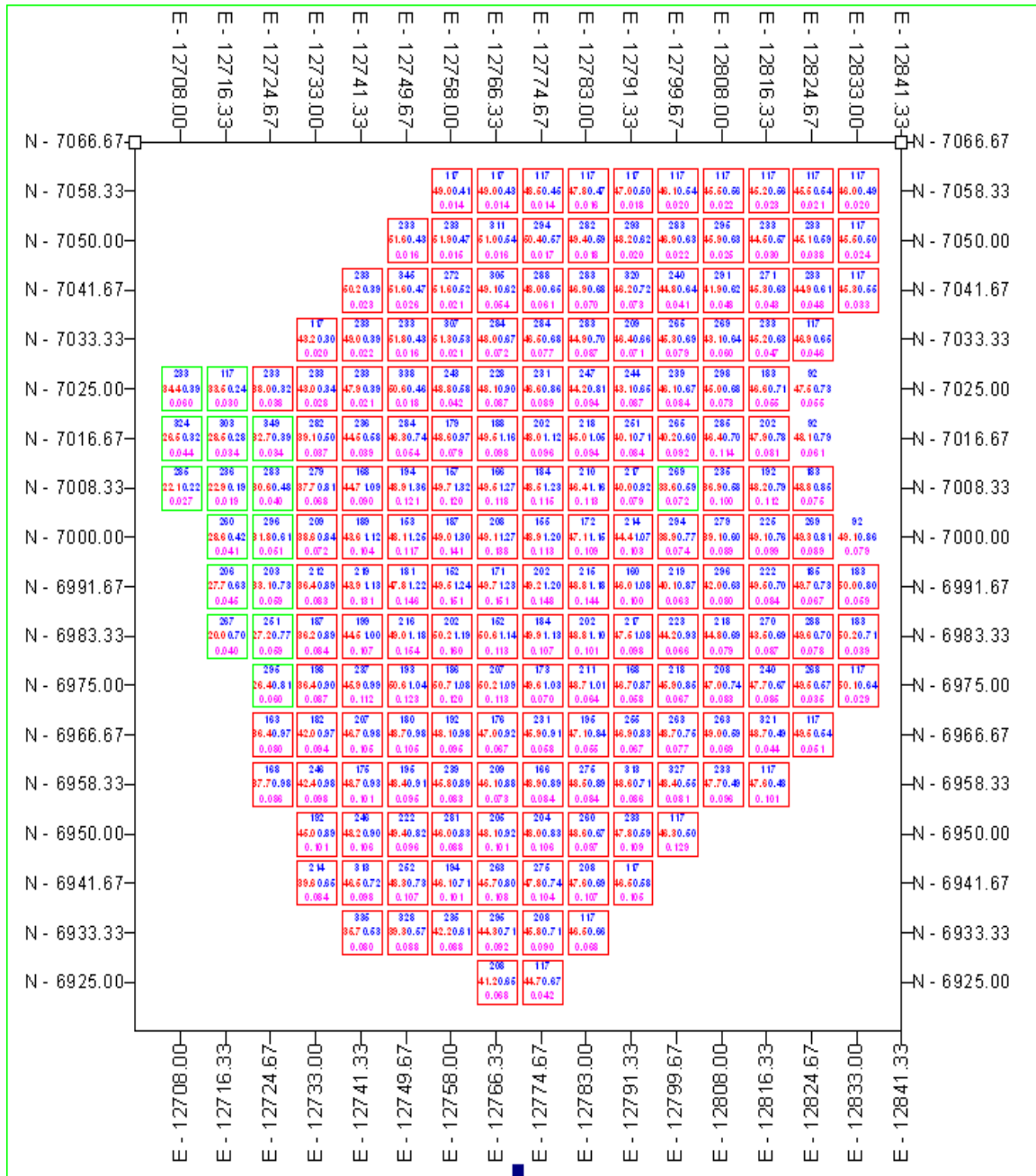


Anexo N°5. Perfil típico correspondiente a la zona de apertura.



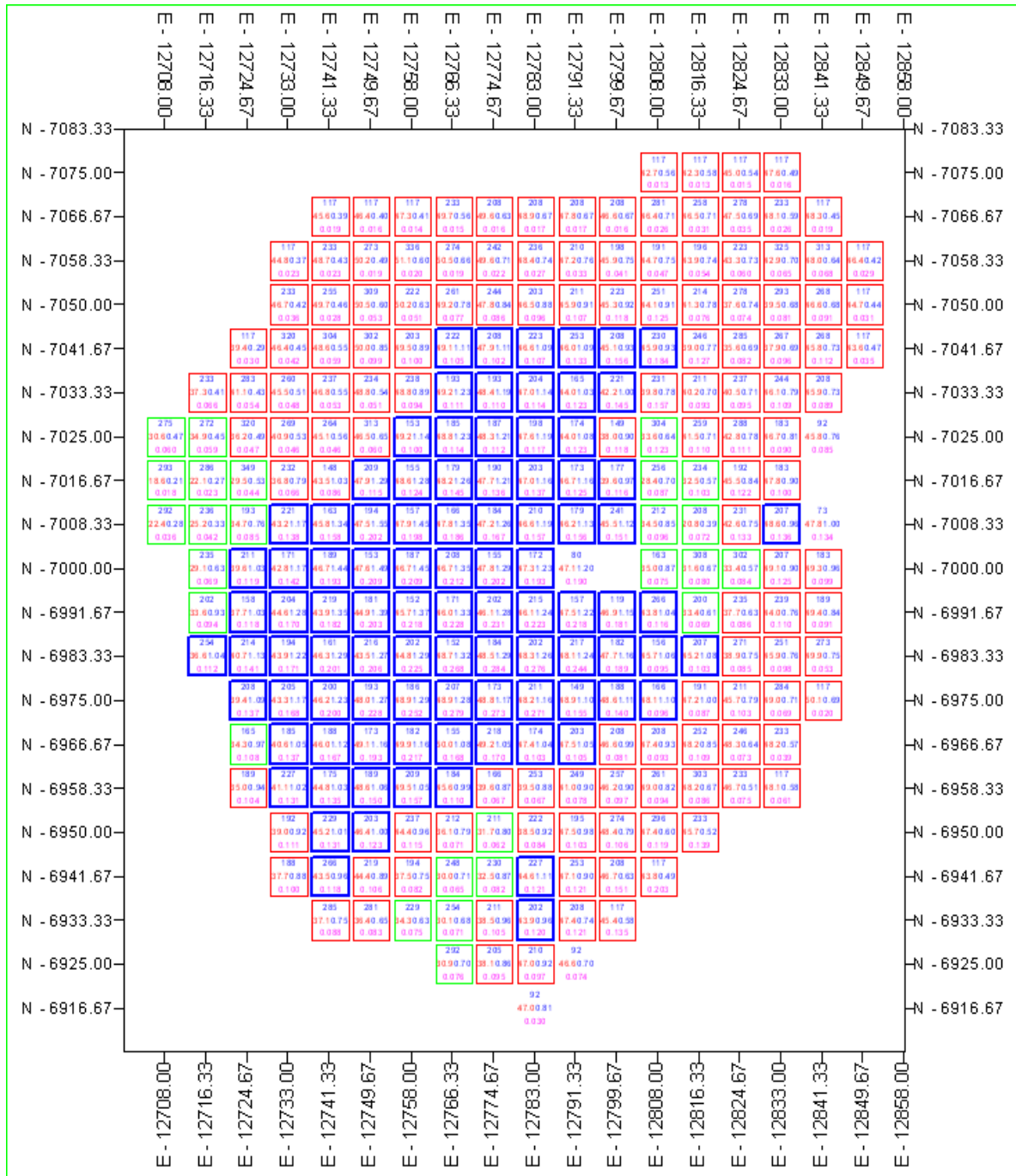


Anexo N°6. Distribución por bloques de 8x8 m del banco 41.



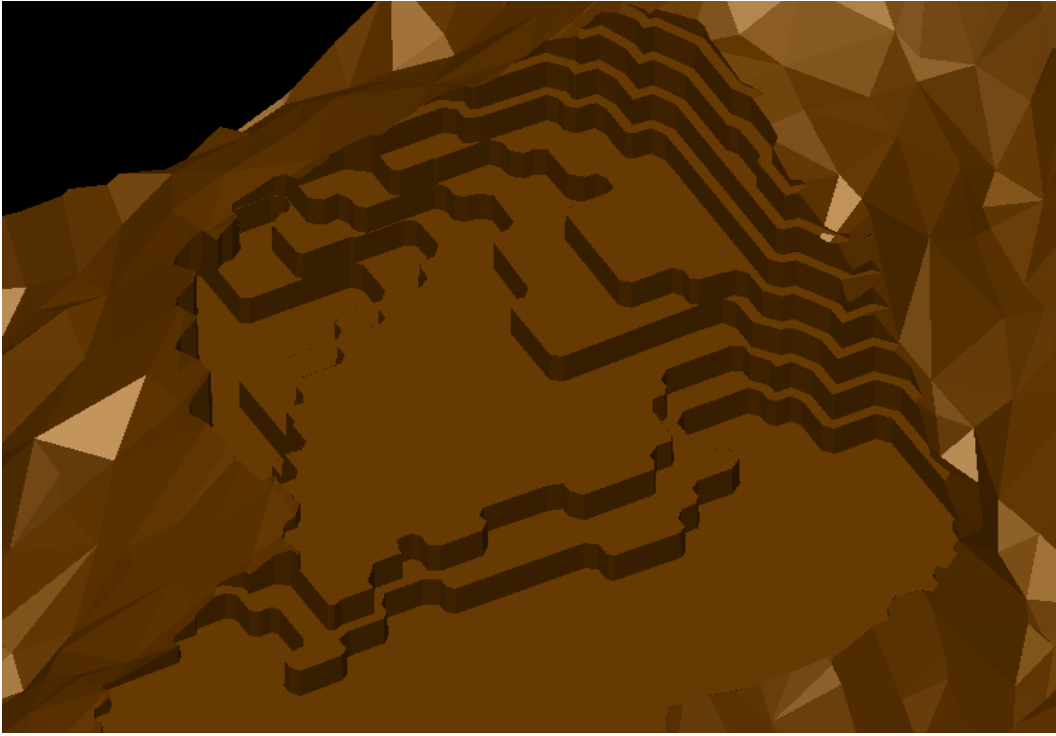


Anexo N°7. Distribución por bloques de 8x8 m del banco 42.



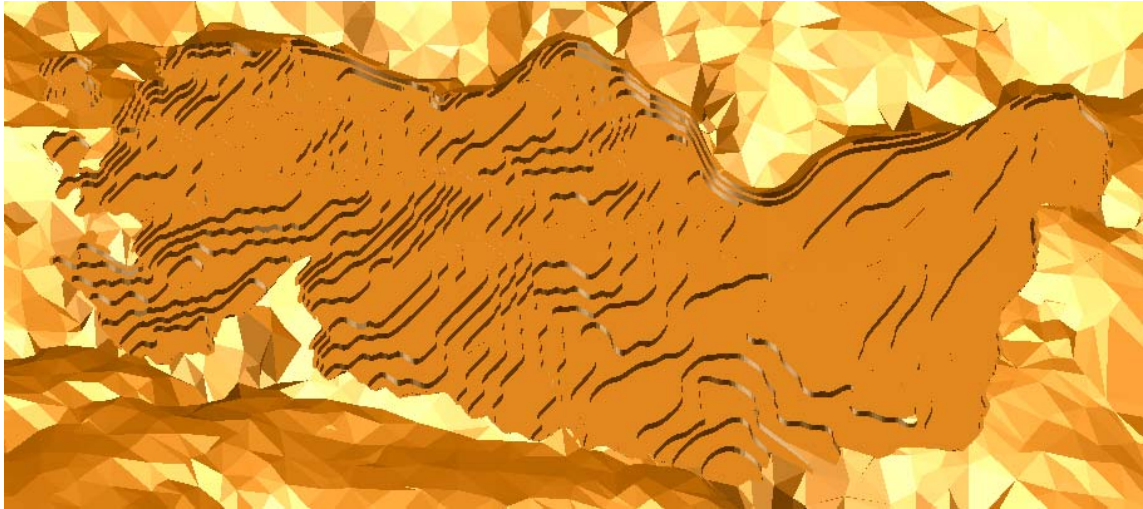


Anexo 8. Diseño de la apertura.





Anexo N°9. Diseño final de la explotación del Área 32.





Anexo N°10. Foto que muestra las labores de desbroce.





Anexo N°11. Foto del esquema tecnológico (Escombros y Extracción).

