



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”
FACULTAD GEOLOGÍA MINERÍA
DEPARTAMENTO DE MINERÍA.

TRABAJO DE DIPLOMA

En opción al título de

INGENIERA EN MINAS

TÍTULO: Cálculo de las labores de destape y diseño de la escombrera del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur en la empresa “Comandante Ernesto Che Guevara”.

AUTORA: Nayla Beatriz Batista Álvarez

TUTORES: Dr.c Ramón Polanco Almanza.

Ing. Miquel León Mariño.

“Año 54 de la Revolución”

Moa 2013



Moa 2013

Declaración de autoridad

Yo: Nayla Beatriz Batista Álvarez autora de este trabajo de Diploma y los tutores Dr.c Ramón Polanco Almanza e Ing. Miguel León declaramos la propiedad intelectual de este servicio del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa para que disponga de su uso cuando estime conveniente.

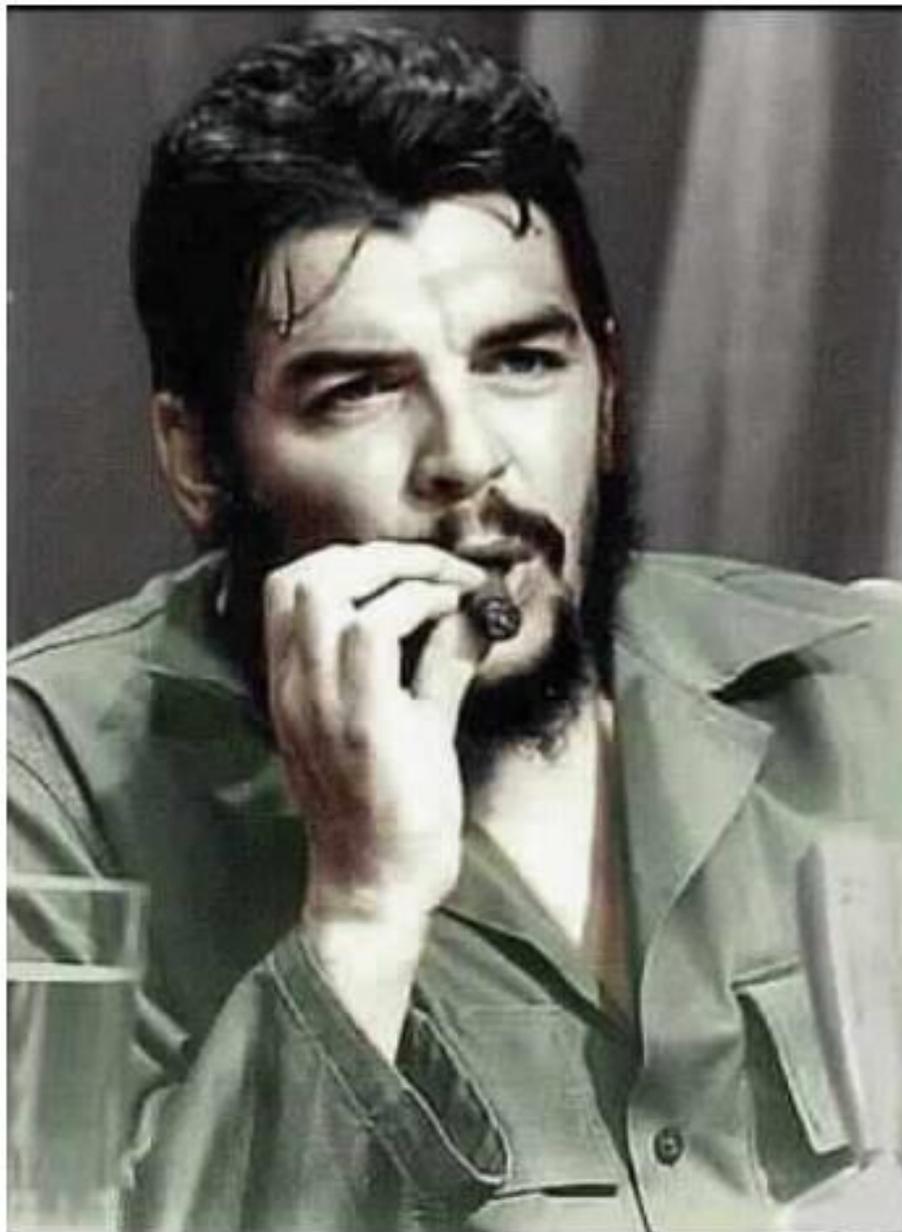
Diplomante: Nayla Beatriz Batista Álvarez

Tutor: Dr.c Ramón Polanco Almanza

Tutor: Ing. Miguel León Mariño.



Pensamiento



En la tierra hacen falta personas que trabajen más y critiquen menos, que construyan más y destruyan menos, que prometan menos y resuelvan más, que supongan recibir menos y den más, que digan mejor ahora que mañana.

Ernesto Che Guevara



Dedicatoria

A mis padres ya que siempre confiaron en mí y sé que se sienten orgullosos porque nunca los he defraudado.

A mi querida hermana Natalí Batista Álvarez quien siempre me alentó a seguir adelante con mis estudios.

A mi esposo Armando Piloto Piedra por su apoyo y dedicación para yo poder llegar hasta aquí.

A mi lindo cuñado Horst Ritz que siempre se preocupó por que yo fuera una profesional para tener mucho éxito en la vida.

A mis compañeros de aula quienes siempre demostraron preocupación por este momento.

A mis Tutores Ramón Polanco Almanza y Miquel León Mariño por colaborar para la realización de este trabajo, porque en el momento preciso dieron lo mejor de sí para que este día fuera posible.

A los profesores del centro que colaboraron con mi formación profesional.

A la Revolución Cubana por haberme permitido llegar hasta aquí para que en el futuro yo pueda brindarle mi ayuda y ella pueda contar conmigo.

A nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz quien siempre ha velado por el bienestar del ser humano.

A todos "les dedico este éxito"

Nayla Beatriz Batista Álvarez



Agradecimiento

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

A mis tutores Ramón Polanco Almanza ya que sin su ayuda este trabajo no hubiera sido posible y a Miquel León Mariño por la ayuda depositada durante la realización de la tesis.

A mis padres Beatriz Álvarez Díaz y Casimiro Batista Álvarez por haberme guiado en la vida y darme una educación basada en valores y principios.

A mi hermanita Natalí Batista, por su ayuda y amor incondicional ya que sin el apoyo de ella yo no hubiera podido llegar hasta aquí.

A mi cuñado Horst Ritz que fue un ejemplo a seguir para convertirme en una Ingeniera, por su cariño y tanta ayuda brindada para alcanzar mi sueño.

A mi esposo Armando Piloto Piedra por darme fuerzas para seguir adelante y estar junto a mí en los momentos difíciles con todo su amor y dedicación.

A mis compañeros de aula Geomel, Yansel, Lianeyis, Edulman, el Chino, Amaurís, Falcón, Oscar y a todos en general por la ayuda brindada y ser los mejores compañeros de aula durante estos 5 años de estudio ya que formaron parte de mi familia.

A todos los profesores de la facultad de Geología y Minería y a los que no son de mi facultad por haberme preparado para alcanzar este éxito.

A los nombrados hoy y a quienes imperdonablemente no hemos mencionado...

Muchas Gracias.



Resumen

En el presente trabajo se realiza una caracterización del yacimiento Yagrumaje Sur, se describe la forma de ejecución de las labores de destape en la mina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara en la actualidad y de los esquemas que se debieron utilizar en varias etapas de la explotación de los yacimientos debido a la pobre disponibilidad de equipamiento minero; se seleccionó y calculó el esquema de destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur y se realizaron los cálculos de la cantidad de equipamiento que se debe utilizar para la excavación-carga y traslado del escombros hacia la escombrera, así como el plazo de ejecución de esta actividad. Se propone la utilización del equipamiento existente en la empresa para la explotación minera. Finalmente se diseñó la escombrera para ubicar el estéril del cuerpo 8 en el área minada del cuerpo 9 de este yacimiento con resultados satisfactorios ya que la misma admite más 250 000 m³ de escombros y el cuerpo 8 solo posee volumen de estéril de alrededor de 140 000 m³.

El cálculo económico de las labores de destape del cuerpo 7 del yacimiento Yagrumaje Sur demostró la racionalidad de la ejecución de los trabajos a través del esquema propuesto debido a que el costo de 1 m³ de escombros asciende a 4,25 \$/m³.



Abstract

The present work carries out a characterization of the deposit Yagrumaje South, it describes the form of execution of the uncover works in the mine of the company Major Ernesto Che Guevara at present time and of the outlines that should be used in several stages of the exploitation of the deposits due to the poor readiness of mining equipment; it was selected and calculated the uncovers outline of the body 8 of the deposit Yagrumaje South and it was carried out the calculations of the quantity of equipment that should be used for the excavation-load and transfer of the rubbish toward the rubbish place, as well as the term of execution of this activity. It is proposed the use of the existent equipment in the company for mining exploitation. Finally, the rubbish place was designed to locate the sterile of the body 8 in the mined area of the body 9 of this deposit with satisfactory results since it admits more 250 000 m³ of rubbish and the body 8 only possesses volume of sterile of around 140 000 m³.

The economic calculation of the uncover works of the body 7 of the deposit Yagrumaje South demonstrated the rationality of the execution of the works through the proposed outline because the cost of 1 m³ of rubbish ascends at 4,25 \$/ m³.



Índice

Introducción:	1
Capítulo I: Caracterización de las condiciones minero técnicas	3
I.1 Localización geográfica de la zona.....	3
I.2 Clima.....	3
I.3 Descripción medio ambiental del yacimiento.....	5
I.4 Geología.....	9
I.5 Hidrografía.....	10
I.6 Hidrogeología.....	11
I.7 Tectónica.....	12
I.8 Características geotecnias del macizo rocoso.....	12
I.9 Rocas que componen el yacimiento.....	12
I.10 Potencia de los cuerpos minerales, estructura y morfología del yacimiento.....	13
I.11 Características de los minerales.....	14
I.12 Características cualitativas y tecnológicas de las menas.....	14
I.13 Investigaciones tecnológicas realizadas.....	15
I.14 Recursos minerales.....	15
I.15 Medio socioeconómico y cultural del entorno.....	16
Capítulo II: Descripción de la ejecución de las labores de destape de la mina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara en la actualidad	19
II.1 Introducción.....	19
II.2 Descripción y caracterización del cuerpo 8.....	19
II.3 Generalidades de las labores de destape.....	21



II.4 Análisis de los diferentes esquemas de destape.....	22
II.4.1 Tecnología para el destape de reservas con dragalinas depositando el escombros directamente en el corte.....	22
II.4.2 Tecnologías para el destape de reserva con retroexcavadora LIEBHERR.....	26
Capítulo III: Cálculo de las labores de destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur.....	28
III.1 Introducción.....	28
III.2 Régimen de trabajo y organización general de las labores mineras para la realización del destape del cuerpo 8.....	28
III.3 Descripción de los procesos tecnológicos a realizar.....	29
III.4 Cálculo del equipamiento a utilizar para las labores de destape del cuerpo 8.....	34
III.4.1 Cálculo de los parámetros del Buldócer modelo KOMATSU D85 para la realización del desbroce	34
III.4.2 Cálculo de la retroexcavadora modelo LIEBHERR 984 para realizar el destape del cuerpo 8.....	35
III.4.3 Cálculos para determinar la cantidad de camiones necesarios para la transportación del escombros.....	38
Capítulo IV: Diseñar y calcular el esquema de escombros.....	43
IV.1 Introducción.....	43
IV.2 Tecnología para la formación de Escombreras.....	43
IV.3 Diferentes esquemas de escombros.....	45
IV.4 Parámetros de la escombrera diseñada.....	48
Capítulo V: Cálculos económicos.....	57
V.1 Introducción.....	57
V.2.Cálculos económicos.....	57
Conclusiones.....	63



Recomendaciones	64
Bibliografía	65
Anexos	66



Introducción

La minería tiene la misión de poner a disposición de la sociedad las materias primas minerales requeridas para su desarrollo, o sea, localizarlas en las partes accesibles de la corteza terrestre y explotarlas para obtener su beneficio.

La elevación de la productividad del trabajo y la efectividad de la producción depende básicamente del nivel de la técnica, la tecnología y la organización de la producción. Uno de los trabajos mineros de mayor importancia es el destape que consiste en la eliminación de las capas superiores de rocas estériles que cubren total o parcialmente el mineral útil. Este proceso requiere para su ejecución un gran volumen de trabajo, en ocasiones sobrepasa considerablemente el volumen de mineral útil, aspecto que conlleva grandes gastos de recursos y materiales que encarecen ostensiblemente la ejecución de la minería; en nuestro caso favorablemente las labores de destape solo alcanzan aproximadamente el 30% del volumen de toda la masa minera.

Situación problémica: Para el año 2014 se debe explotar el cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur y se requiere calcular el equipamiento de destape y realizar el diseño de la escombrera para depositar el material de destape.

Problema: Necesidad de realizar el cálculo del equipamiento para las labores de destape y el diseño de la escombrera del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur.

Objeto de estudio: El cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur en la empresa "Comandante Ernesto Che Guevara".

Campo de acción: El destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur.

Objetivo general: Calcular el equipamiento requerido para depositar el escombros del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur de la empresa "Comandante Ernesto Che Guevara".

Hipótesis: Si se conocen las condiciones minero-técnicas del cuerpo 8 y los parámetros de diseño se puede calcular el equipamiento a utilizar, establecer el esquema de escombros y diseñar la escombrera para el cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur



Objetivos específicos:

- Establecer el esquema de escombreo.
- Calcular el tiempo requerido para las labores de escombreo del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur.
- Establecer los parámetros óptimos de la escombrera.

Métodos empleados en dar solución al problema científico de la investigación:

Histórico -lógico: para estudiar y valorar la situación geográfica de la zona y establecer los fundamentos teóricos del proceso objeto de estudio.

Métodos empíricos: será imprescindible en el empleo de la observación científica y la entrevista, para el conocimiento de las características fundamentales del objeto

Método dialectico: para conocer las relaciones entre los componentes del objeto.

El desarrollo del estudio se realiza en cinco capítulos fundamentales:

Capítulo I. Caracterización de las condiciones minero técnicas. Se aborda la situación geográfica de la zona de estudio, las características geológicas del yacimiento, sus características hidrogeológicas y los procesos tecnológicos empleados en la mina.

Capítulo II: Descripción de la ejecución de las labores de destape de la mina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara en la actualidad.

Capítulo III: Cálculo de las labores de destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur

Capítulo IV: Diseño de la escombrera para el estéril del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur.

Capítulo V: Cálculo económico. En este capítulo se realizan los calculo económicos para establecer el costo de producción de las labores de destape.



CAPITULO I: CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES MINERO TÉCNICAS

I.1 Localización geográfica de la zona

El yacimiento Yagrumaje Sur ocupa un área de 3.52 km², se encuentra ubicado en la parte noreste de la provincia de Holguín, se enmarca en el macizo Moa-Baracoa localizado en el extremo oriental de la faja Mayarí-Baracoa entre las coordenadas nacionales siguientes:

Este = 703 500 – 707 300

Norte = 217 100 – 220100

Limita al Norte y Este con el río Punta Gorda, al Oeste con el río Cayo Guam y al Sur con el yacimiento Camarioca Este como se muestra en la figura I.1.



Fig. I.1 Representación geográfica del yacimiento Yagrumaje Sur.

I.2 Clima

Este yacimiento posee un clima subtropical como el del resto del país, existiendo dos períodos de lluvias (mayo - junio y agosto - octubre). La humedad relativa del aire promedio es de 79 %, la temperatura promedio anual del aire es de 24⁰ C, y temperaturas máximas y mínimas absolutas anuales de 36 y 12 °C respectivamente.



El municipio de Moa, situado al NE de la provincia de Holguín, se identifica, según la clasificación de Köppen como tropical húmedo con lluvia todo el año, a diferencia de la mayor parte del resto del país, que ha sido clasificado como tropical con verano muy húmedo (Díaz, 1989). Este rasgo distintivo del territorio está relacionado con la ocurrencia de las mayores precipitaciones durante el período invernal, con valores máximos entre octubre y febrero, comportamiento diferente al de la mayor parte del país y el cual está condicionado fundamentalmente por la orografía presente en la región.

Los sistemas frontales se destacan por el aporte de precipitaciones a la zona, respondiendo en lo fundamental al efecto del brisote sucio y a la orografía del terreno, creándose en esta línea inestabilidad y ascenso forzado del aire.

El régimen de precipitaciones en Moa, posee rasgos diferenciales respecto al resto del país pues en su ritmo anual se observa como tendencia la ocurrencia de láminas máximas entre los meses de octubre y enero es decir, hacia finales del período lluvioso (mayo - octubre) y comienzos del menos lluvioso (noviembre - abril) de forma que resulta más regular. La precipitación media anual en la región de Moa, evaluada para un período de 41 años (de 1931 a 1972) oscila entre 1400-2000 mm en la costa y de 2000 a 2800 mm en la zona montañosa, resultando noviembre el mes de mayor cantidad de días con lluvia.

De mucho interés resulta el comportamiento de la lámina de lluvia máxima diaria anual (1% de probabilidad), con valores que superan los 350 mm. Lluvias de tal magnitud se asocian básicamente con organismos depresionarios tropicales cuya temporada de ocurrencia abarca desde junio a noviembre, siendo octubre el mes más peligroso.

En Moa la humedad relativa es alta tanto a las 7.00 (90-95%) como a las 13.00 horas (75-80%) y el sistema local de vientos en refleja una mayor frecuencia de casos con rumbos del 1er y 2do cuadrantes (entre NNE y ESE), mostrando muy buena correlación con las situaciones correspondientes a las estaciones meteorológicas costeras de Punta Lucrecia al Norte de Holguín y Baracoa en la provincia de Guantánamo (Boytel, 1972).

Para el territorio de Moa la brisa marina o diurna comienza a manifestarse alrededor de tres horas después de la salida del sol, como es habitual en zonas costeras tropicales, ganando en intensidad con un máximo en la rapidez del viento cerca del mediodía, para después comenzar a decrecer hasta desaparecer cerca o tras la puesta del sol. Este sistema de circulación local se complica, porque la manifestación de la brisa en los primeros 400



metros puede verse acompañada por un movimiento de retorno del viento en alturas superiores (más de 1000 metros), cuyas direcciones son prácticamente contrarias a las existentes en la capa de brisa marina, lo que hace surgir un movimiento desordenado de los contaminantes en su propagación.

I.3 Descripción medio ambiental del yacimiento

El área del yacimiento Yagrumaje Sur es una de las fuentes de materia prima mineral para la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. En la figura I.2 se representa una vista panorámica del yacimiento antes de la minería.



Fig. I.2 Vista panorámica antes de la minería.

El laboreo minero en este yacimiento comenzó en el año 2009 ocasionando gran alteración al medio ambiente como consecuencia del efecto de las trochas, accesos y plataformas de perforación, convirtiendo la vegetación en un mosaico de parches donde aproximadamente el 40% de su superficie está desprovista de la misma. En la figura I.3 se representa la vista panorámica de un área en laboreo minero.



Fig. I.3 Vista panorámica de un área en laboreo minero.

Vegetación

La vegetación es tropical, las montañas están cubiertas de manera espesa por arbustos espinosos entrelazados por lianas. En las zonas peniplanizadas donde se desarrollan las lateritas crecen de manera abundante los pinos.

Principales formaciones vegetales actuales identificadas en la concesión:

- 1) Bosque de pinos ralos y degradados.
- 2) Matorral xeromorfo subespinosos sobre serpentinitas (charrascal).
- 3) Bosque pluvial degradado.
- 4) Plantaciones forestales (vegetación cultural).
- 5) Vegetación secundaria.



Flora

La flora observada durante el transceso está representada por algunas especies endémicas que se deben conservar tales como se muestran en las siguientes figuras (I.4; I.5):



Fig. I.4 Coccoloba shafari.



Fig. I.5 Dracena cubensis.

Fauna

Durante el transecto se utilizó el método de presencia/ausencia, así como los directos, escuchas de vocalizaciones, cantos, etc.). Observándose el tocororo. Ver figura I.6. Además pudimos ver y sentir varios ejemplares de zum zum.



Fig. I.6 Tocororo.

I.4 Geología

Las rocas que componen el yacimiento Yagrumaje Sur están representadas por ultrabásitas serpentinizadas de la asociación Ofiolítica que en su conjunto está compuesto por rocas del complejo ultramáfico, máfico y vulcano - sedimentario, mientras que el complejo de diques de diabasas está muy mal representado. (Chacón, Pérez, Yanetsis, 2012. Criterios para la ejecución del cierre de minas en el yacimiento Yagrumaje Sur. Centro de Información Científico Técnica. Facultad de Geología y Minas. Tesis de Pregrado. ISMM, Moa, Holguín, Cuba.)

Las secuencias pertenecientes a la asociación Ofiolítica están representadas por los complejos siguientes:

1. Una zona de harzburgitas con texturas de tectónicas.
2. Una zona de harzburgitas que contienen principalmente cuerpos de dunita, peridotitas impregnadas (con plagioclasas y clinopiroxenos), sills de gabros,



- diques de gabros y pegmatoides gabroicos; así como cuerpos de cromitas (esta zona correspondería a la denominada Moho Transition Zone).
3. Una zona de gabros, los cuales presentan en la base un gran desarrollo de gabros bandeados (gabros olivínicos, gabronoritas).
 4. El complejo Vulcano - sedimentario.

El complejo ultramáfico aflora en toda la porción central y meridional del macizo y está constituido predominantemente por harzburgitas y subordinadamente dunitas, lherzolitas y piroxenitas, las cuales se caracterizan por presentar un color verde oscuro o gris verdoso, un grado de serpentización variable y por un alto agrietamiento, a causa de procesos dinamo-metamórficos durante la elevación y emplazamiento de las grandes masas peridotíticas a la superficie en presencia de agua. Sobre estas rocas se forman relieves muy variados en dependencia del nivel hipsométrico que ocupan, condicionando el desarrollo de la corteza de meteorización.

El complejo máfico está representado por gabros olivínicos, gabro-noritas, anortositas y gabros normales de diferentes granulometrías. Los cuerpos de gabro tienen una estructura de grandes bloques y la mayoría se disponen en las zonas periféricas del complejo ultramáfico. En las cercanías del área de estudio el más común es el gabro normal de color oscuro, algo verdoso, con textura masiva a fluidal, aflorando siempre asociados a las serpentinitas apareciendo en forma de bloques en las zonas de Quesigua-Cayo Guam-Mercedita, Centeno-Miraflores y Farallones - Caimanes.

El complejo de diques de diabasas está muy mal representado, apareciendo las diabasas descritas en la región en forma de bloques tectónicos incluidos en los niveles de gabros, sobre todo en la parte superior del complejo cumulativo.

I.5 Hidrografía

Desde el punto de vista hidrográfico el área del yacimiento está enmarcada en las cuencas hidrográficas de los ríos Punta Gorda en la porción Oeste y Cayo Guam hacia la parte oriental, situándose la divisoria de las aguas de estas cuencas hacia la zona central del yacimiento como se muestra en la figura I.7.

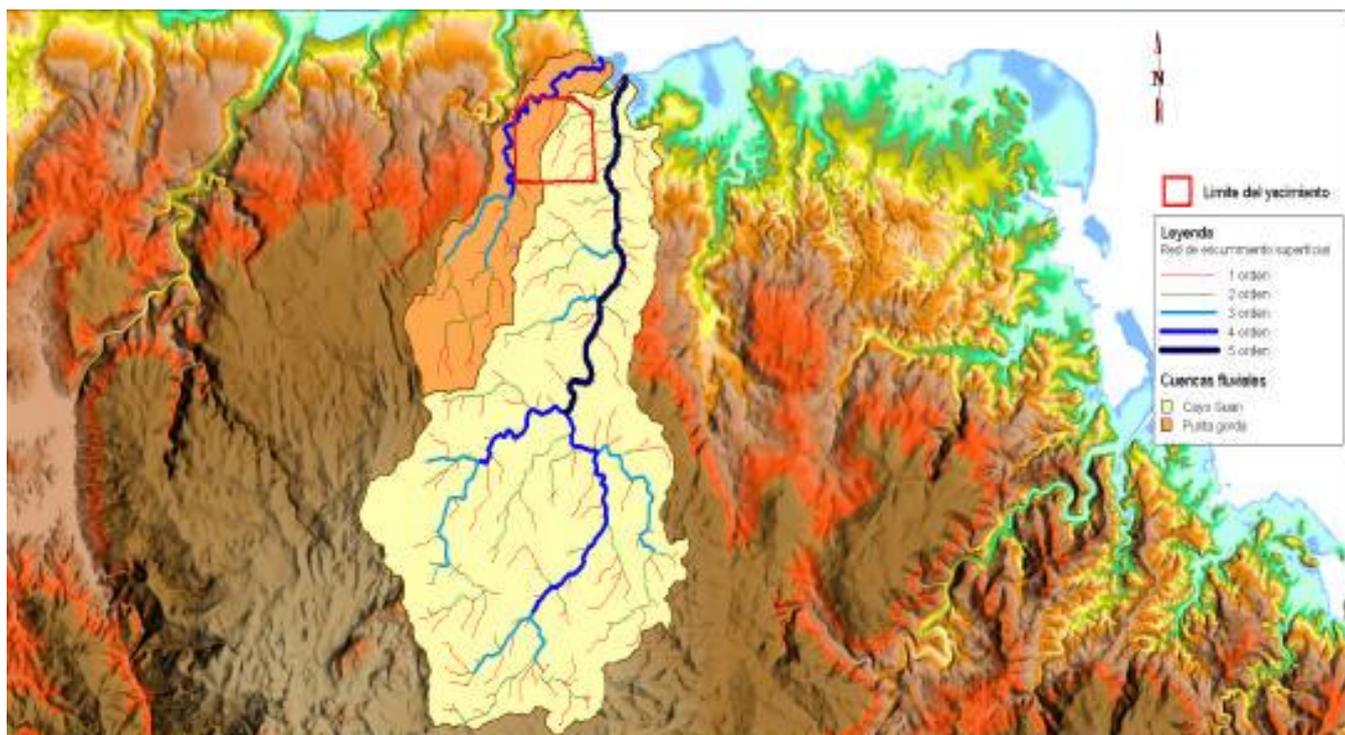


Figura I.7 Cuencas hidrográficas de los ríos Punta Gorda y Cayo Guam

El escurrimiento superficial de forma lineal se manifiesta en los cauces fluviales tanto en ríos como arroyos o vaguadas presentes en el terreno. Las pendientes que condicionan los procesos erosivos asociados a este tipo de escurrimiento son variables.

I.6 Hidrogeología

El estudio arroja que el agua subterránea por lo general está asociada a la zona de falla o de alto agrietamiento ya que hay un volumen considerable de pozos que no cortaron el agua a pesar de encontrarse próximo a los que las cortaron; se puede observar que las mayores productividades acuíferas se corresponden con porciones del sector de investigación donde concurren fallas y a la vez los pozos se encuentran próximo a los ríos, presentando valores de gastos específicos entre 116.23, y 378.70 m³/d/m, correspondiéndose con las zonas de mayor complejidad hidrogeológica.

Según los resultados de los bombeos de prueba las transmisibilidades oscilaron entre 2.04 y 116.78 m²/d. así como con los bombeos de prueba se pudo apreciar que el gasto específico medio fue de 20.43 m³/d/m, el mínimo 0.30 y el máximo, de forma puntual 378.70 m³/d/m, por lo que se pudo apreciar que las condiciones hidrogeológicas son simples a moderadas, en la mayor parte del yacimiento.



I.7 Tectónica

En el área que abarca este yacimiento existen dos sistemas de fallas tectónicas principales que cortan al yacimiento. La porción más norte del yacimiento tiende a separarse del resto por una falla de dirección noroeste, formando un pequeño domo semi-redondeado, observándose un ensanchamiento de las áreas más planas (con pendientes hasta 10 grados) hacia el noreste y siguiendo la dirección de los parte aguas. Estas superficies aplanadas juegan un papel controlador de las mayores potencias (>10m) de corteza friable y del mineral de significación industrial.

I.8 Características geotecnicas del macizo rocoso

El área de Yagrumaje Sur representa geomorfológicamente una zona pre-montañosa con una inclinación general hacia el norte de unos 6-7 grados, constituyendo una superficie ondulante, sobre todo lateralmente (dirección sureste-noroeste), motivado por la existencia de una sucesión de parte-aguas aplanados y cañadas con pendientes que terminan en arroyos con aguas intermitentes y corrientes, alargados en las direcciones noreste y noroeste siguiendo los dos sistemas de fallas tectónicas principales que cortan al yacimiento. En dirección al Oeste-Noroeste el terreno es sumamente ondulado ya que las principales cañadas y arroyos que tributan sus aguas a los ríos Punta Gorda y Cayo Guam corren en dirección Noroeste y Noreste respectivamente.

En el macizo rocoso se observa la mayor propagación de rocas gabroides en las áreas noreste y oeste del yacimiento formando cuerpos subredondeados y alargados, así como diques e impregnaciones en las ultramáficas, cortados por las perforaciones y otros, que aumentan la heterogeneidad de la corteza de meteorización afectando también el grado de continuidad del depósito mineral, ya que estos gabroides meteorizados no forman menas de valor y empeoran significativamente la calidad del mineral cuando forman intercalaciones dentro del mineral útil.

I.9 Rocas que componen el yacimiento

Las rocas que componen el substrato del yacimiento básicamente son cúmulos bajos, ultramáfico, de Harzburgitas con un fuerte desarrollo de las serpentinización, este sector determina el desarrollo de la corteza de intemperismo más compleja, potente y de mayor



meniferidad que el sector Oeste. Rocas Harzburgíticas: Son de color gris oscuro verdosa, gris oscuro negruzco. De textura masiva y estructura ideomórficas, fibroblástica, reticular, nodular, poiquilítica. Los cúmulos primarios se encuentran en las rocas desde un 30 - 80% de olivino; el piroxeno rómbico 5%, por lo general está bastitizado, se observan además relictos de piroxeno monoclinico que no llega al 1 % del volumen de la roca. Serpentinita Harzburgitas: Son rocas de características acumulativas, y colores pardos, gris oscuro verdoso, gris verdoso, pardo verdoso. Los minerales de serpentinas fundamentalmente antigorita varían entre (25 - 70%). La talquitización 25% y la argilitización son las alteraciones más frecuentes. Por las numerosas grietas que atraviesan estas rocas, pueden observarse minerales de serpentinitas y carbonatos. El intenso agrietamiento logra deformaciones en los granos, provocando una intensa serpentización secundaria, y la transformación de los minerales silicatados a minerales de serpentina y magnetita, así como la deformación de los minerales primarios: Gabro en su composición se destacan minerales primarios como las plagioclasas, el piroxeno monoclinico con granos serpentínicos de posibles piroxenos rómbicos en porcentajes pequeños. Plagioclasitas: Se encuentran en este yacimiento rocas productos de diferenciados finales del complejo cumulativo ofiolítico. La estructura evidencia características magnéticas en los cúmulos minerales. Rocas alteradas: Producto de la alteración meta somática forman concentrados dos tipos de rocas, una bajo la acción de un frente básico de una roca talco-carbonatada y otra de un frente ácido, trayendo como consecuencia la silicificación. En estas rocas se observan pocos rasgos de relictos de minerales serpentínicos.

I.10 Potencia de los cuerpos minerales, estructura y morfología del yacimiento

La corteza de intemperismo en Yagrumaje Sur es más madura, con mayor desarrollo en los ocres estructurales y por tanto con mayor meniferidad en todos los horizontes litológicos, predomina el perfil completo en la corteza. La potencia de la corteza de intemperismo oscila desde 1 a 40 m, siendo la media de 8 m. Las mayores potencias se observan en la parte central y oriental, ambas siguiendo la dirección Norte-Sur mientras en el sector Oeste la potencia promedio es de 6,9 m, oscilando desde 1 hasta 32 m. El desarrollo de la corteza es en la zona laterítica, observándose escaso desarrollo de los ocres estructurales iniciales y de serpentinas lixiviadas. Estas lateritas granulométricamente son bastantes homogéneas con más del 90 % en tamaños menores de 0.05 mm, la zonalidad mineralógica determina un mayor



Contenido de goethita, hematita, gibsita y espinelas cromíferas en los horizontes superiores y van disminuyendo hacia el basamento de la corteza. El comportamiento de la serpentina es inverso a esa tendencia. La corteza, producto de la meteorización de las plagioclasas y gabros no tienen desarrollo de interés.

I.11 Características de los minerales

Este yacimiento se compone mayormente por perfiles laterítico-saprolíticos (73.32% del área), sobre todo en las partes noreste y suroeste, separadas por una franja central con mayor presencia de perfiles lateríticos que las anteriores, pero con aproximadamente la misma proporción de perfiles lateríticos y laterítico-saprolíticos que se extiende hasta ocupar también el cuadrante suroriental del área del yacimiento. Además, se observa la transición de los perfiles laterítico-saprolíticos a lateríticos hacia las localidades de mayores pendientes del terreno ubicadas en las orillas y superficies inclinadas que componen el sistema de arroyos y cañadas.

I.12 Características cualitativas y tecnológicas de las menas

Los criterios para la evaluación de la calidad de la materia prima mineral proceden fundamentalmente de su composición química, lo que nos permite clasificar tecnológicamente el mineral por tipo de menas. En el yacimiento Yagrumaje Sur es típico el predominio de las menas serpentiniticas. En general las menas se clasifican de la siguiente forma:

- Menas lateríticas de balance (LB).
- Menas serpentiniticas de balance (SB).
- Menas lateríticas fuera de balance (LF).
- Menas ferrosas de balance (FB),
- Mena ferrosa fuera de balance (FF).
- Rocas estériles (RE).

En la siguiente tabla I.1 se representan los tipos de menas presentes en cada horizonte del yacimiento Yagrumaje Sur con su símbolo y contenido de hierro y níquel.



Tabla I.1 Tipos de menas en los horizontes del yacimiento Yagrumaje Sur.

Horizonte	Tipo de mena	Símbolo	% Ni Límite	%Fe Límite
1. Del Escombros	Ferrosa Fuera de Balance	F F	Ni <0.7	20≤Fe<30
	Ferrosa de Balance	F B	Ni <0.7	Fe≥30
	Lateríticas Fuera de Balance	L F	Ni <0.7≤0.9	Fe≥35
2y3. Del Mineral	Lateríticas de balance	LB	Ni≥0.9	Fe≥35
	Serpentiníticas Niquelíferas de balance.	S B	Ni≥0.9	12≥ Fe <35
	Serpentiníticas Dura de balance.	S D	Ni≥0.9	Fe <12
4. De la Roca Madre	Serpentiníticas Ni. Fuera de balance	S F	Ni <0.7≤0.9	12≥ Fe <35
	Roca estéril	R E	Ni<0.7	Fe<20

I.13 Investigaciones tecnológicas realizadas

En el yacimiento Yagrumaje Sur se han procesado dos muestras tecnológicas a escala semindustrial, que se procesaron en el CEDINIC; la primera se realizó con mineral de este yacimiento por la compañía sudafricana Gencor con vista a la puesta en marcha de la planta Las Camariocas y la segunda conjuntamente con minerales del yacimiento Yagrumaje Norte para ser procesados en la Che Guevara; así como las muestras de bancos que se realizan durante la exploración detallada.

I.14 Recursos minerales

Para obtener la información de los recursos minerales se partió del balance de recursos y reservas al 01/01/2012; al cual se le descontó el mineral minado hasta el mes de Noviembre del 2012 más un estimado de extracción para el mes de diciembre, quedando así el balance de recursos al 01/01/2013 como se muestra en tabla I.2



En la tabla I.2 los recursos que se encuentran en categoría de indicados corresponden a los recursos ubicados debajo de la subestación eléctrica y línea eléctrica.

Partiendo del balance de recursos se procedió a la estimación de las reservas para lo cual se procedió a descontar los recursos afectados por medio ambiente, en este caso los correspondientes a las franjas protectoras de ríos y arroyos.

Tabla I.2 Recursos afectados por medio ambiente

TM	%Ni	% Fe	% Co	%SiO ₂	%MgO
308,547	1.28	41.10	0.120	10.98	6.19

Luego de realizado el descuento por las afectaciones ambientales se le aplicaron los coeficientes de pérdida y dilución para convertirlo en reservas tal como se muestra en la tabla I.3.

Tabla I.3 Valores de pérdidas y dilución planificadas

	%	%Ni	% Fe	% Co	%SiO ₂	%MgO
perdidas	0.93	1.307	40.88	0.136	3.43	2.22
dilución	7.55	0.724	43.53	-0.074	4.23	1.74

I.15 Medio socioeconómico y cultural del entorno

En la región las vías de comunicaciones son buenas.

La economía de la región está determinada principalmente por la Industria Minero Metalúrgica que presenta un extraordinario desarrollo siendo su fuente principal las menas ferroniquelíferas-cobálticas friables, las cuales están muy extendidas en numerosos yacimientos y sectores conocidos. Existen además yacimientos y manifestaciones de cromitas.

El yacimiento se localiza en el entorno del asentamiento Punta Gorda, el mismo fue caracterizado por la Dirección Municipal de Planificación como un área homogénea urbana que se divide en dos zonas geográficas contrastantes: Punta Gorda Arriba que concentra la infraestructura de servicios y presenta marcados rasgos de asentamiento urbano y Punta Gorda Abajo, que por el contrario tiene rasgos de un lugar habitado rural. Estos dos



núcleos presentan diferencias notables en cuanto a su dotación de servicios, estado de la vivienda e infraestructura urbana.

El asentamiento urbano Punta Gorda tiene una extensión territorial de 63.02 ha con una población estimada de alrededor de 2000 habitantes asentada en 618 viviendas de ellas 120 son apartamentos que equivalen a 30 edificios de construcción Girón, biplantas de una sola caja de escalera. Cuenta con una densidad poblacional de 36.68 hab./ha y un índice de habitabilidad de 3.24 hab./vivienda. La estructura de la población según grupos de edades refleja una población demográficamente joven con solo el 8,73% de su población en el grupo de edades de 60 y más años.

La zona geográfica de Punta Gorda Arriba concentra los mejores niveles de servicios e infraestructura, presentando los mayores rasgos de asentamiento urbano. Posee alrededor de 22 servicios con un trazado urbano delineado en manzanas, la infraestructura vial es buena y la mayoría se encuentra asfaltada, posee red de acueducto y todas las viviendas e instalaciones están conectadas al SEN.

La red de alcantarillado se encuentra en regular estado. Punta Gorda Abajo es una zona geográfica que puede considerarse periférica, por su relativo menor nivel de acceso al centro de servicios e infraestructura del asentamiento, que se concentran en Punta Gorda Arriba; mostrando rasgos y características de un lugar habitado rural. La fuente de abasto de agua es a través de las conductoras de la ECG que pasan por el asentamiento y abastecen a la Base de Apoyo y el Contingente. No obstante, según indica el informe de la Dirección de Planificación del Municipio, existen viviendas que no reciben el servicio de agua y otras que lo reciben con dificultad.

La red de alcantarillado sólo existe en Punta Gorda Arriba y la misma se considera que se encuentra en un estado regular. Todas las viviendas e instalaciones del asentamiento reciben el servicio de electricidad del SEN. La red vial cuenta con una longitud de red vial total de 3.85 km en regular y buen estado, de la Familia, 1 Farmacia y un Sillón de Estomatología, constituyendo los mismos, la base del servicio de salud en el área de influencia. Punta Gorda Arriba posee 1 Consultorio Médico, la Farmacia y el Sillón de Estomatología. Punta Gorda Abajo tiene 2 Consultorios, uno de los cuales está clasificado como de urgencias médicas. De ellos 2 km son de la vía principal Moa- Baracoa y 1.85 km de vías locales. En el asentamiento Punta Gorda se localizan 3 Consultorios médico.



En el área de Punta Gorda las enfermedades de hipertensión arterial (HTA) y asma bronquial son las que tienen la mayor prevalencia en la población residente con 51 y 32 % respectivamente. Se observa que la Hipertensión arterial (HTA), el Asma bronquial y las Cardiopatías presentan un comportamiento elevado de las tasas brutas de morbilidad que ascienden a 9,847.2; 6,436.3 y 1,677.9 x 100,000 habitantes respectivamente, con registros superiores a los del municipio Moa y Cuba.



CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LAS LABORES DE DESTAPE DE LA MINA DE LA EMPRESA COMANDANTE ERNESTO CHE GUEVARA EN LA ACTUALIDAD

II.1 Introducción

El diseño de una mina tiene múltiples facetas y objetivos entre los cuales se destacan de manera significativa el cálculo de los procesos. En este capítulo se presenta un resumen de las labores de destape y se elegirá el esquema correcto para ser ejecutado en el cuerpo 8 en la empresa Comandante Ernesto Che Guevara con el objetivo de lograr buenos resultados.

II.2 Descripción y caracterización del cuerpo 8

El cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara, ocupa un área de 8,9 hectáreas, limita al norte con el cuerpo 7, al sur con el cuerpo 9, y al este con el cuerpo 3 tal como se muestra en la figura II.1.

Según el sistema de coordenadas Lambert esta zona se encuentra limitada por las siguientes coordenadas:

Norte: 217 700 – 218 300.

Este: 704 400 – 704 900.

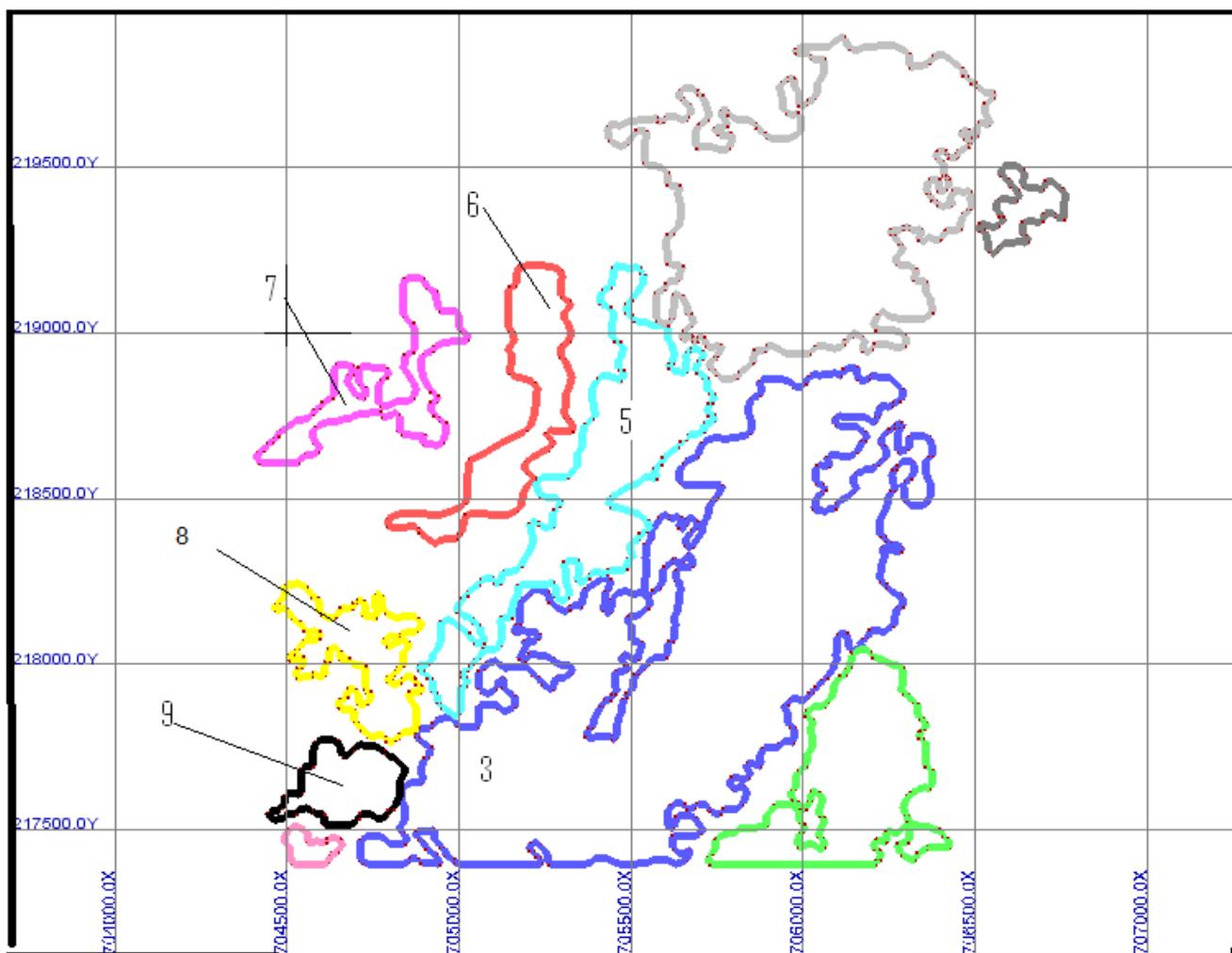


Figura II.1 Localización del cuerpo VIII donde se realizarán las labores de destape 1-9. Cuerpos minerales

El yacimiento está representado por rocas ultrabásicas serpentinizadas de la asociación Ofiolítica que en su conjunto está compuesta por rocas del complejo ultramáfico y máfico. Las rocas del complejo ultramáfico abarcan prácticamente todo el centro del yacimiento y están representadas por peridotitas normales y piroxénicas.

La zona se encuentra en una planicie con pendientes en dirección de norte a sur y varían de 0-3°; 3-7°; 7-15° y de 15- 45° en diferentes zonas del cuerpo 8. No hay ningún río, arroyo o afluente que corte el cuerpo por lo que el mismo es un área sin dificultades hidrográficas. El cuerpo presenta una cantidad de escombro superior de 140 523 m³, y de mineral 502 978t.



Para la estimación de los contenidos de (Ni; Fe; Co;) y la densidad se extrajeron los valores desde la base de datos (Gemcom software de minería), y se tiene que para el escombros y para el mineral las condiciones y elementos de control de toda el área se muestran en la siguiente tabla II.1

Tabla II.1 Balance de los recursos existentes en el cuerpo VIII

Recurso	Cantidad	%Fe	%Ni
Mineral	502 978 t	Fe \geq 30	<0.7
Escombros	140 523 m ³	Fe \geq 35	<0.7 \leq 0.9

II.3 Generalidades de las labores de destape

El destape es la labor de la preparación minera que requiere de un mayor volumen de trabajo, todo el mineral que no cumpla las exigencias de la planta metalúrgica es considerado escombros; su excavación-carga, almacenamiento y transportación es un proceso inevitable en la minería a cielo abierto, conlleva cuantiosos recursos económicos, técnicos y materiales para su ejecución e incrementa el negativo impacto ambiental.

El destape consiste en arrancar la capa de los minerales lateríticos níquelíferos que son considerados fuera de balance por no cumplir con los requerimientos en cuanto al contenido de hierro y níquel. Esta operación se considera terminada una vez que se alcanza la cota del techo del mineral. Dicha operación se realiza con el mismo equipamiento que se utiliza para la minería. (Retroexcavadora LIEBHERR, camiones articulados VOLVO A40, Buldózer KOMATSU D85 para trabajos auxiliares). Su elección está determinada por las exigencias de calidad del trabajo, potencia de la capa de escombros, relieve, distancia de transportación, etc.

La ejecución del destape debe ocurrir con un adelanto a la extracción del mineral útil suficiente que permita la ejecución de ambas actividades sin la interferencia de una en la otra, habitualmente el volumen de reservas listas para la extracción debe asegurar un plazo de explotación no menor de 3 meses. La práctica diaria ha demostrado que este volumen de reservas es muy difícil de lograr en las condiciones actuales.

El sistema de explotación es similar al empleado en la extracción del mineral.



Aspectos que determinan la calidad de la ejecución del destape:

- Ubicar las escombreras fundamentalmente en los espacios minados y conformarlas a partir de sus contenidos de hierro y níquel. Los puntos de unión con el mineral deben ser fáciles de limpiar durante su extracción.
- Seguir la línea de contacto entre el escombros y el mineral para reducir las pérdidas y el empobrecimiento.
- Mantener un adelanto no menor de 3 meses con respecto a los trabajos de la extracción.
- Utilización de personal de operación y control con la calificación requerida.
- Los equipos empleados para la remoción del escombros deben ser los que mejor se adapten a las condiciones minero-técnicas del área.

II.4 Análisis de los diferentes esquemas de destape utilizados en la empresa Comandante Ernesto Che Guevara

II.4.1 Tecnología para el destape de reservas con dragalinas depositando el escombros directamente en el corte

Parámetros y definiciones empleados en este trabajo:

Altura del frente: es la diferencia de nivel del terreno entre el plato de la dragalina y el piso del mineral incluyendo las potencias de mineral y escombros.

Desplazamiento de la excavadora: es la distancia en pasos que se tiene que mover la excavadora paralelamente al borde del talud para comenzar un nuevo corte. (Un paso es igual a 1.5 m)

Volumen: es el volumen de escombros esponjado en m^3 que se puede depositar en el espacio minado.

Ancho de la franja: es el ancho (m) que se destapará durante el recorrido de la dragalina.

Potencia de escombros: es la potencia de escombros existente en el área a destapar que se puede depositar en el espacio minado de acuerdo con el ancho de la franja.



Radio de giro de la dragalina es 42 m.

Radio de seguridad o distancia entre el borde del talud y el eje de giro de la excavadora: 13 m que garantiza una berma de 6 m entre el borde y los patines de la excavadora.

Espacio libre entre el escombros depositado y el pie del talud del mineral: 5 m.

Coefficiente de esponjamiento del escombros: 1.3.

En muchas explotaciones mineras del mundo se emplea con éxito la dragalina para el destape de reservas, sobre todo en las minas de carbón de poca potencia debido al gran alcance de estos equipos que les permite depositar el escombros dentro del espacio donde se ha extraído el mineral.

En las explotaciones mineras de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara no se había empleado de forma sistemática hasta finales de la década del 90, en que ante la creciente demanda de mineral por parte de la industria y el bajo nivel de reservas destapadas listas para la extracción se tomó la decisión de emplear las dragalinas para destapar y minar de forma alternativa, en todos los casos en que fuera posible depositar todo o parte del escombros en el corte con la propia dragalina.

Las experiencias negativas y positivas acumuladas han permitido elaborar una tecnología para esta labor en que se minimizan los aspectos negativos de la misma y se potencian los positivos en la cual se definen:

- Las condiciones de los frentes que permiten su aplicación.
- Los parámetros del frente para cada situación.
- El esquema de trabajo y orden de las operaciones.
- Los requisitos para su aplicación.

Para realizar el destape de reservas con el empleo de la dragalina con efectividad y eficiencia ya sea de forma total o parcial se tienen que cumplir los requisitos siguientes:

- El área donde se depositará el escombros tiene que estar totalmente minada.
- No se puede obstruir el drenaje ni tampoco contaminar el pie del talud del mineral con el escombros depositado.



- Tiene que existir una separación no menor de 5 m entre el escombro depositado y el pie del talud del mineral.
- Se tiene que dejar un borde destapado de mineral de 3 m como mínimo, para evitar que al destapar el área se produzcan derrames de escombro que contaminen el talud del mineral.
- El ángulo del talud del frente de minería tiene que ser igual o menor que el de reposo natural del mineral mullido, (37°).
- A la hora de extraer el mineral se tiene que limitar el recorrido del cubo de la excavadora a 6 m para que la excavadora se pueda acercar nuevamente al borde y no contamine el mineral.

De acuerdo con las condiciones del lugar y la premura con que se necesite destapar el área debido al incumplimiento de los volúmenes de las reservas listas para la extracción se emplearán los siguientes esquemas:

- 1) Destape de una línea de pozos siguiendo el contorno del área minada con anterioridad superponiendo las pilas de escombro en el espacio minado paralelamente al borde del talud, ver figura II. 2:

Este esquema se emplea cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Que se pueda construir una plataforma horizontal a lo largo del borde del área minada con anterioridad.
- Que no sea necesario extraer mineral de ese frente hasta que se haya terminado de destapar completamente.
- Que la potencia del frente de escombro y mineral en conjunto se encuentren dentro de los límites admisibles.

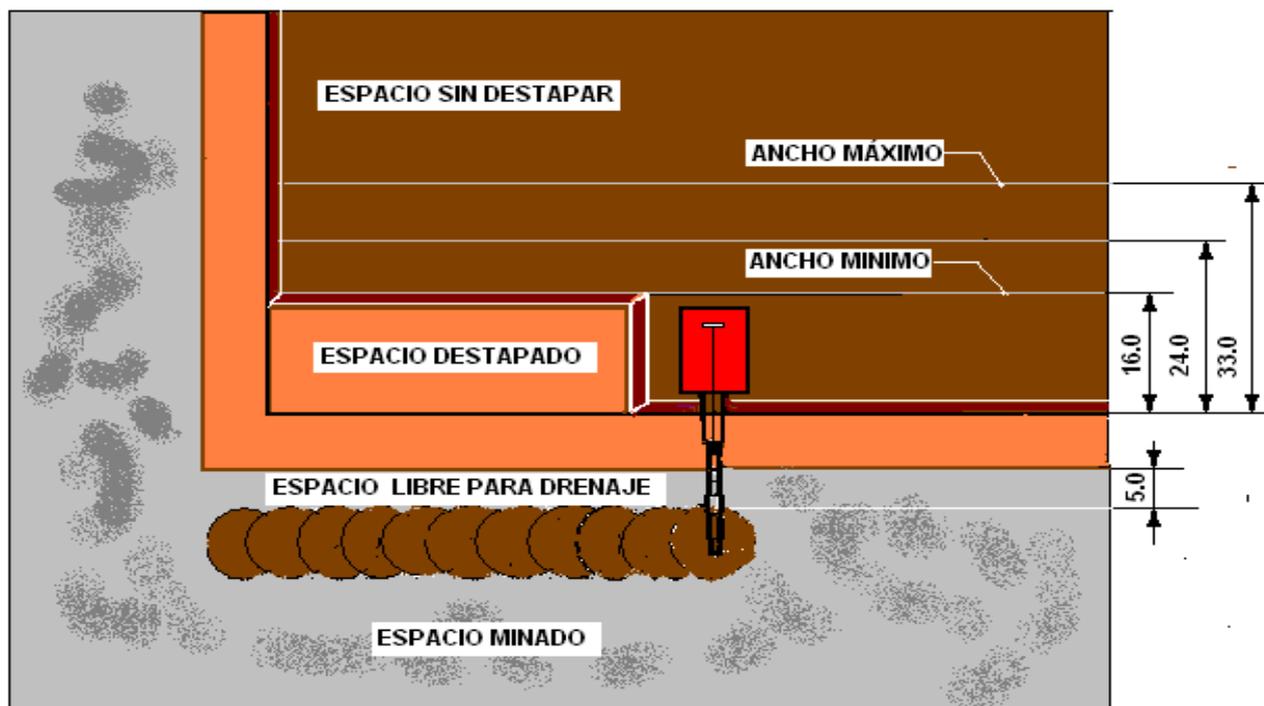


Figura II.2 Destape de una línea de pozos, siguiendo el contorno del área minada con anterioridad, superponiendo las pilas de escombros en el espacio minado paralelamente al borde del talud.

2) Destape y minería simultánea de pozos aislados o líneas de pozos:

Este esquema se aplicará solamente en condiciones extremas en que resulte imprescindible minar ese pozo para mantener la calidad.

Para la aplicación de este esquema se tienen que cumplir los siguientes requisitos:

- Que se pueda construir una plataforma horizontal en el borde del área minada con anterioridad.
- Que la potencia conjunta del mineral y el escombros estén por debajo de los 14 m y que la relación entre las potencias del escombros y mineral sea igual o menor que la admisible.

Resultados de destape con la utilización de dragalinas

El destape directo al corte con las dragalinas resolvió un gran problema en la década de 90 cuando las dificultades relacionadas con la disponibilidad del equipamiento minero redujeron las reservas de mineral listas para la extracción a niveles insostenibles. Su



aplicación se inició de forma empírica sin determinar los parámetros para el diseño de los trabajos, pero sobre la marcha se fueron corrigiendo estos parámetros y se logró disminuir sus efectos negativos sobre la dilución y las pérdidas de mineral hasta niveles aceptables.

En la actualidad la situación de la disponibilidad mecánica permite realizar las labores de destape con equipamiento similar al que se utiliza en la extracción.

II.4.2 Tecnologías para el destape de reserva con retroexcavadora LIEBHERR

Los trabajos de destape se realizarán en bancos divididos en bloques de 8.3 X 8.3 X 3.0 m con retroexcavadoras hidráulicas, partiendo de la cota más alta y bajando por bancos hasta descubrir las menas de balance. Tomando en cuenta que esta área se caracteriza por una baja potencia de mineral y un escombros con muy bajos contenidos de Ni y Fe resulta conveniente adecuar la altura del banco a la diferencia de nivel entre el banco superior al contacto y el techo del mineral, para reducir las pérdidas y el empobrecimiento. En la figura II.3 se ilustra la forma de realizar el destape en bancos de 8.3 X 8.3 X 3.0 m y en la figura II.4 se muestra como descubrir el contacto entre el escombros y el mineral para reducir las pérdidas y el empobrecimiento.

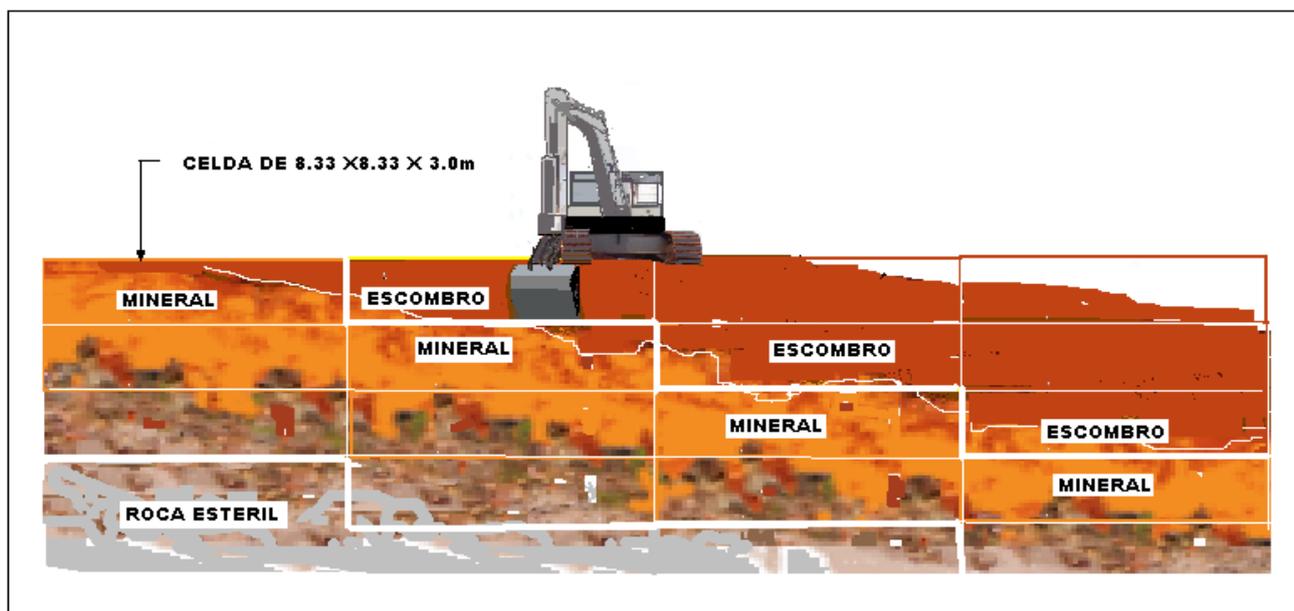


Figura II.3 Destape de reservas por bancos de 8.3X8.3X3.0m.



Esquema de destape donde siempre se comienza el trabajo por la parte más elevada hasta descubrir el techo del mineral, avanzando en el sentido de la pendiente hasta que desaparezca luego se avanzará horizontalmente, como se muestra en la figura II.4:

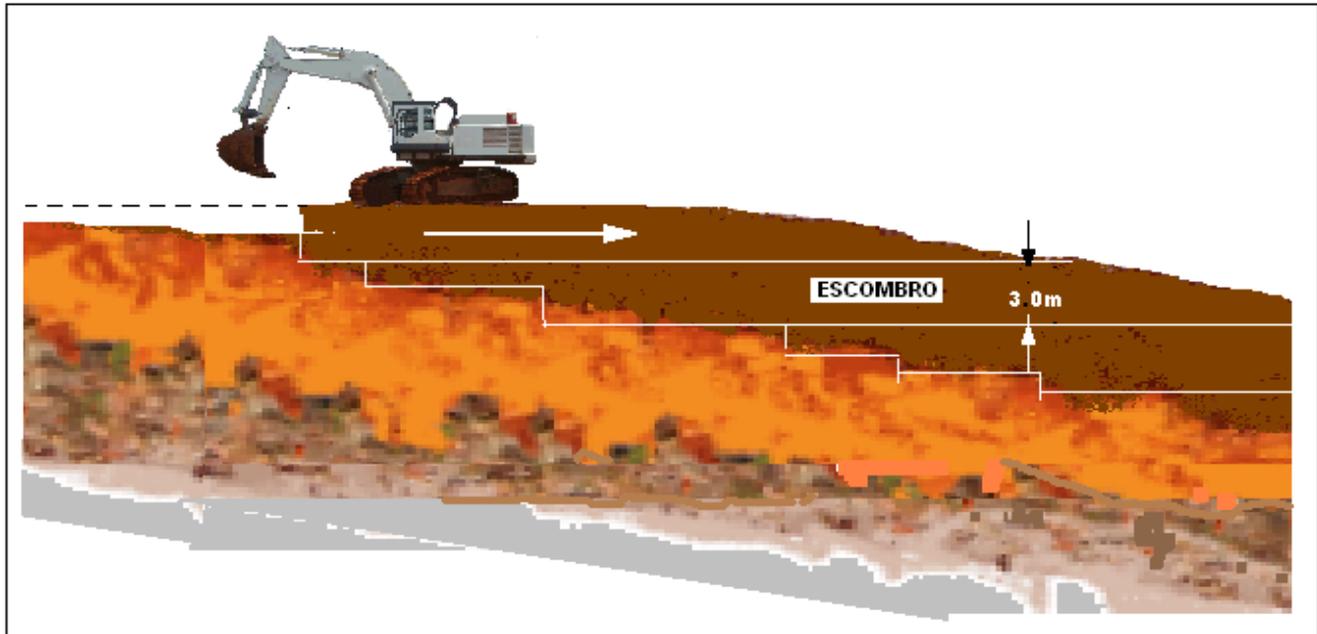


Figura II.4 Adecuación de la altura del banco de escombro al contacto con el mineral.



CAPÍTULO III: CÁLCULO DE LAS LABORES DE DESTAPE DEL CUERPO 8 DEL YACIMIENTO YAGRUMAJE SUR

III.1 Introducción

Para la realización de los trabajos mineros (desbroce, destape, extracción, escombrera) se utilizará el equipamiento existente en la empresa, el cual ha mostrado una eficiencia y compatibilidad con las condiciones mineras, geológicas y ambientales del yacimiento. Para la ejecución del desbroce se utilizará el Buldózer modelo KOMATSU D85; para el destape se utilizará la retroexcavadora modelo LIEBHERR 984 ya que estos equipos han sido diseñados para la extracción en zonas con condiciones geológicas e hidrogeológicas similares; para la transportación del escombro se utilizará el camión articulado VOLVO A40 y para su distribución uniforme por los bancos se utilizará el buldózer modelo KOMATSU D85.

III.2 Régimen de trabajo y organización general de las labores mineras para la realización del destape del cuerpo 8

Organización de las labores en la unidad minera

En el cuerpo 8 perteneciente al yacimiento Yagrumaje Sur 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. La cantidad de días de trabajo al año se determina por la siguiente expresión:

$$Dta = Da - Dll - Di; \text{ días}$$

Dónde:

Da: total de días del año; 365

Dll: días de afectación por lluvias; 26 (valor obtenido de la práctica diaria)

Di: días perdidos por otros aspectos imprevistos; 4

$$Dta = 365 - 26 - 4 = 335 \text{ días}$$



III.3 Descripción de los procesos tecnológicos a realizar

Se entiende por procesos tecnológicos el conjunto de operaciones que se realizan en la mina para garantizar la explotación continua de las reservas minerales en el tiempo establecido, de los mismos depende la calidad del proceso posterior a la minería. Estos procesos se dividen en dos tipos fundamentales, los principales y los auxiliares, dentro de los primeros tenemos: el desbroce, destape, y transportación del material fuera de balance, así como la formación de las escombreras, los trabajos auxiliares constituyen el resto de las actividades que garantizan el desarrollo de los procesos principales.

A continuación se hace una breve descripción de las operaciones que se realizarán en este trabajo y la forma en que se realizan cada uno, según el orden de ejecución se clasifican en:

- Desbroce
- Destape
- Construcción de caminos
- Trabajos de drenaje
- Transporte minero

Desbroce

Esta actividad consiste en la eliminación de la vegetación y la modelación del terreno, para que puedan entrar al área los equipos que realizarán el destape. Esta operación se realiza fundamentalmente con buldózer ya que es muy productivo en cualquier régimen de trabajo.

Para la ejecución del desbroce del cuerpo 8 se utilizará el Buldózer modelo KOMATSU D85 ver anexo 1, que es un equipo de tracción sobre esteras o ruedas equipado con una hoja cortante, recta o ligeramente curvada dispuesta en la parte delantera, apto para toda clase de servicio en las obras de movimiento de tierras, en las que constituye la base fundamentalmente de la mecanización que apilan la mezcla en lugares donde puedan obstruir los trabajos de destape y construcción de caminos. Las operaciones se llevan a cabo con cierto desfase con respecto a la minería. La zona a desbrozar posee un volumen de 26700 m³.

Esta fase de trabajo minero, aunque insignificante por el volumen de trabajo, es de gran importancia, tanto para los trabajos de destape, como para la preservación del medio



ambiente; por lo que al planificar y realizar el desbroce hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El material procedente del desbroce tiene que conservarse para cubrir la última capa de las escombreras, ya que el mismo contiene la materia orgánica que servirá como sustento de la vegetación y los microorganismos simbióticos con esta.
- Se dejará el terreno en las mejores condiciones para el movimiento de los equipos que realizarán el destape.
- Solamente se desbrozará el área que se va a destapar de inmediato.

Representación esquemática de la realización del desbroce:

Para realizar el desbroce correctamente primeramente se ejecuta una trocha por el límite del área, luego se almacena el material desbrozado en el área seleccionada; sin invadir la vegetación existente en las áreas aledañas.

Inmediatamente que culmina el desbroce de un área se evacúa el material desbrozado hacia una zona donde el terreno se encuentre rehabilitado técnicamente y listo para la reforestación, donde finalmente se ubica uniformemente sobre las terrazas preparadas.

En caso de que no exista un área rehabilitada técnicamente lista para recibir el suelo desbrozado, entonces se ubicará en un depósito especial para ser utilizada más tarde con el mismo fin.

De esta manera se realizará el desbroce del cuerpo 8 ya que esta forma de trabajo ha demostrado en la práctica buenos resultados económicos y ecológicos en la empresa Comandante Ernesto Che Guevara.

Destape

El destape es la operación que conlleva uno de los principales volúmenes de trabajo en la actividad minera. Para el caso del cuerpo 8 el volumen del mineral que no cumple con los requerimientos en cuanto al contenido de níquel, hierro y cobalto es apenas de 140 523 m³. Teniendo en cuenta la forma de cómo se distribuye el escombro, dispersándose por los bancos del cuerpo 8, el esquema de destape que se utilizará será de bancos de 8,3 x 8,3 x 3 m y para la realización del mismo se empleará la retroexcavadora LIEBHERR 984 ver anexo 2, cuyas características técnicas ofrecemos en los cálculos de equipos de excavación-carga para el destape del cuerpo 8.



Construcción de caminos mineros

La construcción de caminos es la labor que requiere especial cuidado, desde la proyección hasta la construcción propiamente dicha, pues los mismos deben cumplir con una serie de requisitos que son indispensables para las unidades de transporte que se utilicen en ellas y puedan moverse con seguridad sin perder el ritmo de transporte. También hay que tener en cuenta que los caminos mineros presenten una mayor estabilidad a la rodadura, tener un ancho máximo del vial considerando sus bermas de seguridades laterales y las correspondientes pendientes admisibles, los radios de curvatura en los ensanchamientos deben tener valores permisibles según los cálculos; los caminos tienen que ofrecer visibilidades mayores fundamentalmente en las curvas, pues la efectividad de trabajo de los equipos de transporte en gran medida dependen del estado técnico de las vías, particularmente en la transportación a gran distancia. Si las vías no tienen un recubrimiento especial, entonces disminuye la velocidad de transportación y la productividad, y aumenta la potencia consumida del motor y el gasto de combustible. Una de las causas del rápido desgaste de los neumáticos puede generar una parte significativa de los gastos totales de explotación en la extracción de una tonelada del mineral.

Los caminos mineros pueden ser principales o secundarios en dependencia del uso a que estén destinados.

Los caminos principales permiten el enlace entre las zonas de trabajo y entre estas y las áreas de destino del mineral útil (depósitos, tolvas de recepción, etc), tienen un plazo de servicio largo, habitualmente más de cinco años.

Los caminos secundarios generalmente están estrechamente relacionados con el flujo de extracción de mineral en los frentes de trabajo y en las escombreras, habitualmente se ejecutan a partir de caminos principales.

Se debe resaltar que para asegurar una mejor explotación de los equipos de transporte seleccionados para la actividad minera, (mayor rendimiento, bajos costos de explotación, menor consumo de combustible, menor desgaste de las piezas del equipo) y asegurar mayores condiciones de seguridad la pendiente del camino no debe superar en ningún tramo la magnitud de 8%.

Para la explotación del cuerpo 8 se decidió construir un camino secundario con una longitud de aproximadamente 1km que a partir de la vía de acceso principal al yacimiento

Yagrumaje Sur que permita el acceso de los equipos mineros tanto para la extracción del mineral como para el transporte del escombros hasta la escombrera.

El ancho del camino se establece por la siguiente ecuación:

$$W = (1.5L + 0.5)A$$

Dónde:

L- cantidad de carriles del camino

A – ancho del vehículo, m

$$W = (1,5 * 2 + 0,5) * 4 = 14 \text{ m}$$

En la figura III.1 se muestra el gráfico para la determinación del ancho del camino.

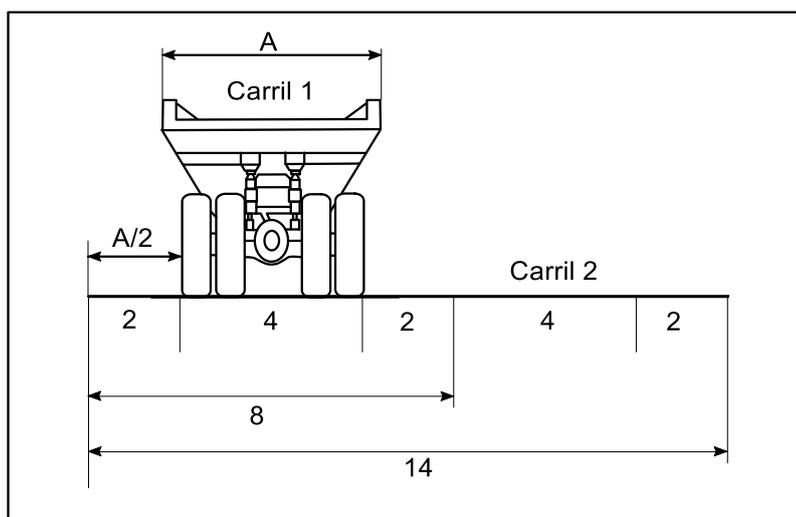


Figura III.1

Trabajos de drenajes

Para garantizar las operaciones de destape no sean afectadas o reciban la mínima afectación por las escorrentías de las aguas superficiales se decidió ejecutar a ambos lados del cuerpo 8 canales colectores que conducirán las aguas hasta los diques de sedimentación para impedir el arrastre de sedimentos minerales fuera de la concesión minera.



Transporte minero

En el proceso de explotación a cielo abierto el transporte tiene una importancia fundamental, de cuan efectivo, constante y productivo sea dependen sus parámetros técnico-económicos y la racionalidad de su explotación.

Este proceso tecnológico consiste en el traslado de las menas útiles hasta el proceso metalúrgico o los depósitos de minerales útiles y el escombros hasta las escombreras.

En este caso se trabajará con el escombros del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur. Este material fuera de balance será depositado en la escombrera que se diseñará en el área perteneciente al cuerpo 9 del mismo yacimiento Yagrumaje Sur que fue minada en años anteriores y se ubica a la distancia promedio de 1km.

Considerando las características del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur, el traslado del escombros se realizará con camiones articulados VOLVO A40 ver anexo 3 (Manual del Volvo A40.Traducción al español. Departamento Técnico de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara) con el objetivo de lograr una operación segura, económica y eficiente. (León M. Metodología de cálculo. Informe técnico. Sub – Dirección de Minas "Empresa Comandante Ernesto Che Guevara"1999)

Este modelo de camión articulado se ha estado explotando en la empresa con eficiencia aceptable en la última etapa de trabajo. Entre las premisas establecidas para el desarrollo del presente trabajo se indicó la utilización de este equipo para las labores de destape.

A continuación se muestran algunas de sus ventajas:

- Eficiente capacidad de carga.
- Mejor maniobrabilidad en los trabajos de carga, transporte y descarga.
- Buen confort para el chofer.
- Excelente automatización.
- Buena capacidad de transportación a largas distancias.
- Posibilidad de vencer grandes pendientes.
- Potencia de frenado uniforme.
- Pocas exigencias de las vías.



III.4 Cálculo del equipamiento a utilizar para las labores del destape del cuerpo 8

III.4.1 Cálculo de los parámetros de Buldózer modelo KOMATSU D85 para la realización del desbroce el cual presenta las siguientes características técnicas:

Dimensiones:

- Largo: 6 550 mm
- Ancho: 4 530 mm
- Potencia: 320HP/2300rpm
- Datos de la hoja o cuchilla:
 - Altura: 1 500mm
 - Largo: 4 430mm
- Consumo de combustible: 28 l/hora

Duración del ciclo de trabajo

$$T_c = \frac{L1}{V1} + \frac{L2}{V2} + \frac{L1 + L2}{V3} + T_n + T_{ma}$$

$$T_c = \frac{30}{0,78} + \frac{30}{0,89} + \frac{30 + 30}{1,2} + 3 + 10 = 38,4 + 33,7 + 50 + 3 + 10 = 135 \text{ seg}$$

Dónde:

L1: distancia recorrida durante el corte (para el tipo de Buldózer seleccionado): 30 m

L2: distancia de transportación del material hasta la pila: 30 m

V1: velocidad durante el corte: 0,78 m/s

V2: velocidad durante el traslado del material: 0,89 m/s

V3: velocidad de marcha en vacío: 1,2 m/s

Tn: tiempo de cambio de velocidad: 3 seg

Tma: tiempo de maniobra: 10 seg



Volumen del desbroce

El volumen de desbroce se determina a partir del área del cuerpo 8 (89 000 m²) y una potencia aproximada de la capa de desbroce de 30 cm (0.3 m)

$$Vd = A * P = 89000 * 0,3 = 26700 \text{ m}^3$$

Dónde:

A: área del cuerpo 8: 89 000 m²

P: potencia del material a desbrozar 0,3 m

El volumen del montón de rocas delante de la cuchilla se puede calcular por la siguiente ecuación

Se establece por la siguiente ecuación:

$$V_{mr} = 0,5 * h^2 * l * \cot \beta ; \text{ m}^3$$

$$V_{mr} = 6,78 \text{ m}^3$$

Dónde:

h: Altura de la cuchilla: 1,5 m.

l: Longitud de la cuchilla, 4,4 m.

β : talud del montón de rocas, 36⁰.

Productividad horaria Buldózer

$$Qh = \frac{3600 * V * Th * Ku}{Tc * Ke}$$

$$Qh = \frac{3600 * 6,78 * 1 * 0,8}{135 * 1,3} = 110 \text{ m}^3/h$$

Dónde:

Th: duración del turno de trabajo: 1 horas

Ku: factor de utilización del tiempo: 0,8



Ke: factor de esponjamiento del estéril: 1,3

V: volumen del montón de roca delante de la cuchara: 6,7m³

Tc: tiempo de ciclo: 135 seg

Productividad por turno Buldózer

$$Q_{tur} = Qh * T_T$$

$$Q_{tur} = 110 * 12 = 1320 \text{ m}^3/\text{turno}$$

Dónde:

T_T : cantidad de horas por turno: 12

Productividad diaria del Buldózer

$$Q_d = Q_{tur} * 2$$

$$Q_d = 1320 * 2 = 2640 \text{ m}^3/\text{turno}$$

Tiempo requerido para el desbroce del cuerpo 8

A partir de la productividad diaria del buldózer se establece el tiempo requerido para el desbroce del cuerpo 8

$$Trd = \frac{V_{am}}{Q_d} = \frac{26700}{2640} = 10,1$$

$$Trd = 10,1 \text{ días}$$

Dónde:

V_{am} : volumen total de material a remover: 26700 m³

III.4.2 Cálculo de la retroexcavadora modelo LIEBHERR 984 para realizar el destape del cuerpo 8

El volumen del escombro a remover en el cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur es de 140523 m³, este material fuera de balance podrá ser extraído utilizando una retroexcavadora modelo LIEBHERR 984.



Características técnicas de la retroexcavadora:

- Volumen nominal del cubo: 6m³
- Altura máxima de carga: 14,4m
- Altura máxima de descarga: 9,9m
- Profundidad de rapaleo: 8,7m
- Acho de las esteras: 750mm
- Longitud de la pluma: 8000mm
- Altura: 4710mm
- Ancho: 5190mm
- Largo: 11400mm
- Peso: 91400Kg
- Potencia: 431 Kw./586 HP
- Radio de giro de la retroexcavadora: 90-180°
- Consumo de combustible: 53,7 litros/hora
- Tiempo de ciclo: 45 seg
- Duración del turno: 12h
- Días de trabajo para el destape: 335

Cálculo de la productividad horaria de la retroexcavadora

$$Qh = \frac{3600 * E * Klle * Kut * Kd * Kup}{Tc * Ke}$$

$$Qh = \frac{3600 * 6 * 0,95 * 0,8 * 0,85 * 1}{45 * 1,30} = 239 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dónde:

E: volumen nominal del cubo: 6m³

Klle: actor de llenado del cubo: 0,95

Kut: factor de utilización del tiempo de trabajo: 0,8



Kd: factor que considera la disponibilidad técnica: 0,85

Kup: factor de uso del parque: 1

Tc: 45 seg

Ke: coeficiente de esponjamiento: 1,30

Productividad por turno de la retroexcavadora

$$Q_{tur} = T_t * Q_h$$

$$Q_{tur} = 12 * 239 = 2868 \text{ m}^3/\text{turno}$$

Productividad por día de la retroexcavadora

$$Q_d = Q_{tur} * C_T$$

$$Q_d = 2868 * 2 = 5736 \text{ m}^3/\text{día}$$

Dónde:

C_T: turnos al día: 2

Tiempo requerido para el destape del cuerpo 8

$$Trd = \frac{V_{esc}}{Q_d} = \frac{140523}{5736} \approx 25$$

$$Trd = 25 \text{ días}$$

V_{esc}: Volumen de escombro en el cuerpo 8.

En 25 días de trabajo se podrá efectuar el destape del cuerpo 8 utilizando 2 turnos diariamente. Si se trabaja solamente un turno al día (diurno o nocturno) entonces el tiempo de destape asciende a 50 días.

III.4.3 Cálculos para determinar la cantidad de camiones necesarios para la transportación del escombro

Para el transporte del escombro utilizaremos el VOLVO A40 el cuál presenta las siguientes características técnicas:

- Capacidad de carga: 40t
- Consumo de combustible: 25 L/h



- Volumen de volqueta: 28m³
- Velocidad del camión cargado: 18 Km/h
- Velocidad del camión vacío: 20 Km/h
- Volumen del cubo: 7m³
- La distancia de transportación del escombros es de L=1 km.

Capacidad real del cubo de la retroexcavadora

$$V_{real} = V_c * K_{ll}$$

$$V_{real} = 7 * 0,95 = 6,65 \text{ m}^3$$

Masa volumétrica del estéril húmedo

$$\gamma_e = \frac{\gamma}{K_e} = \frac{1,5}{1,30} = 1,11 \text{ t/m}^3$$

Dónde:

γ : densidad del estéril: 1,5 t/m³

K_e : coeficiente de esponjamiento: 1,30

Capacidad de carga real del cubo de la retroexcavadora

$$C_{real} = V_{real} * \gamma_e$$

$$C_{real} = 6,65 * 1,11 = 7,4 \text{ t}$$

Cantidad de cubos para cargar el camión

$$C_{cub} = \frac{V_n}{V_{real}} = \frac{28}{6,65} = 4 \text{ cubos}$$

Dónde:

V_n : volumen nominal del volquete del camión: 28m³



Volumen real de escombro (seco In Situ) en la cama del camión

$$V_{camc} = Cca * V_{real} = 4 * 6,65 = 26,6 \text{ m}^3$$

Factor de utilización de la capacidad volumétrica del camión

$$K_{uv} = \frac{V_{camc}}{V_n} = \frac{26,6}{28} = 0,95$$

Tiempo de ciclo del camión

$$t_{cc} = t_c + t_d + t_{rc} + t_{rv} + t_{ma} + t_p$$

Dónde:

- t_c : tiempo de carga
- t_d : tiempo de descarga
- t_{rc} : tiempo de recorrido cargado
- t_{rv} : tiempo de recorrido vacío
- t_{ma} : tiempo de maniobra
- t_p : tiempo perdido

Tiempo de carga

$$t_c = (C_{cub} - 1) \frac{t_{ce}}{60} = (4 - 1) \frac{45}{60} = 2,3 \text{ min.}$$

Dónde:

C_{cub} : número de cubos a echar al camión: 4

t_{ce} : tiempo de ciclo de la retroexcavadora: 45 seg.

Tiempo de descarga

El tiempo de descarga se tomó de 1,7 min. (según la práctica diaria de la empresa)

$$t_d = 1,7 \text{ min}$$

Tiempo de recorrido cargado

$$t_{rc} = 60 \frac{L}{V_{rc}} = 60 \frac{1}{18} = 3,3 \text{ min}$$



Dónde:

Vrc: velocidad del camión cargado: 18 km/h

L: distancia entre el cuerpo 8 y el cuerpo 9: 1 km

Tiempo de recorrido vacío

$$trv = 60 \frac{L}{Vrv} * K = 60 \frac{1}{20} = 3 \text{ min}$$

Dónde:

Vrv: velocidad del camión vacío: 20 km/h

Tiempo de maniobra

$tma = 2 \text{ min}$ (según la práctica diaria de la empresa)

Tiempo perdido (prepara el frente, caminos malos etc.)

$tp = 1,5 \text{ min}$ (según la práctica diaria de la empresa)

$$tcc = 2,3 + 1,7 + 3,3 + 3 + 2 + 1,5 = 13,8 \text{ min}$$

Productividad de un camión por turno

$$Qturc = Nv * Vcamc * Kall * Kdt$$

$$Qturc = 28 * 26,6 * 0,7 * 0,84 = 437 \text{ m}^3/\text{turno}$$

Dónde:

Kall: coeficiente de afectación por lluvia: 0,7

Kdt: coeficiente de disponibilidad mecánica: 0,84

Productividad de un camión por hora

$$Qh = \frac{Qturc}{Tt}$$



$$Qh = \frac{437}{12} = 36,49 \text{ m}^3/h$$

Número de camiones necesario para el destape del cuerpo 8 en 25 días con 2 turnos o 50 días de 1 turno.

La cantidad de camiones articulados necesarios para el destape del cuerpo 8 se calcula a partir de la cantidad requerida de equipos para asegurar el trabajo continuo de la excavadora en ese período.

$$Nc = \frac{tcc}{tc} = \frac{13,8}{3} = 4,6 \text{ camiones}$$

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

Dónde:

tc: tiempo de carga del camión: 3 m

tcc: tiempo de ciclo (viaje) del camión: 13,8 min

Para asegurar la máxima productividad de la excavadora en el destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur se deben ubicar 5 camiones permanentemente en esta actividad, de esa manera se puede realizar el destape el tiempo mencionado anteriormente (25 días)

Si no se asegura esta cantidad de camiones requerida la productividad de la excavadora disminuye proporcionalmente y el tiempo de destape se incrementa; si se trabaja con régimen de 2 turnos diarios con 2 camiones como habitualmente se planifica en la subdirección de minas, entonces se requieren 82 días para cumplir el volumen de destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur.

Para el cálculo de los parámetros económicos asumimos que se asegurará la presencia de los 5 camiones de forma permanente hasta que concluya el destape en los 25 días previstos.



CAPITULO IV: DISEÑO DE LA ESCOMBRERA PARA EL ESTÉRIL DEL CUERPO 8 DEL YACIMIENTO YAGRUMAJE SUR

IV.1 Introducción

El trabajo desordenado y sin control en las escombreras no solamente es un foco de accidentes, sino que también es la causa de pérdidas de tiempo de los equipos. Por lo que se requiere un diseño correcto de las mismas y de las maniobras de los equipos, en cada una de las etapas de su formación para evitar estos inconvenientes.

Esta tecnología se ha diseñado, teniendo en cuenta las situaciones que se puedan presentar durante la formación de las escombreras, por lo que el cumplimiento estricto de cada uno de los pasos que se señalan en la misma, aseguran un trabajo seguro y eficiente.

El objetivo esencial de este capítulo consiste en diseñar y establecer el esquema de escombreo más eficiente y económico para ubicar el destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur, teniendo en cuenta los factores óptimos y los requisitos que se deben cumplir para la ejecución del mismo.

La escombrera del cuerpo 8, se ha decidido diseñar en el cuerpo 9, ubicado dentro del yacimiento Yagrumaje Sur que en estos momentos se está realizando la extracción de mineral; el cuerpo 9 se encuentra a una distancia aproximadamente 1km del cuerpo 8, el objetivo de realizar la escombrera aquí es para lograr una alta productividad del trabajo.

El cuerpo 9 donde se realizará la escombrera tiene un área de 179 000 m², el equipo a utilizar para la transportación del escombros es el camión articulado modelo VOLVO A40, ya que es con el que cuenta la empresa.

IV.2 Tecnología para la formación de Escombreras

Las escombreras o más exacto depósitos de mineral fuera de balance, tienen que cumplir una serie de requisitos para trabajar en condiciones seguras y que los gastos de trabajo en su construcción y mantenimiento sean mínimos; además deben facilitar la rehabilitación de las zonas minadas.

Las labores de escombreo representan el último proceso tecnológico fundamental en la explotación de una mina a cielo abierto. Es un proceso de mucho trabajo y de su eficiencia depende en amplio margen el ritmo y el rendimiento económico del trabajo de la mina.



Los gastos de las labores de escombreo en la minería a cielo abierto alcanzan el 12-15 % de los gastos totales de extracción de 1 m³ de rocas estériles, en casos particulares más aún. Absorben alrededor del 25 % de los trabajadores del destape.

La mayor difusión en la minería del níquel la han obtenido las escombreras con buldózer de varios niveles. En este trabajo se utilizarán para realizar las escombreras el Buldózer D85 para empujar el escombros que será depositado por el camión articulado VOLVO A40.

Durante la planificación y proyección de las labores de escombreo es necesario considerar los siguientes factores:

- Las escombreras deben tener el volumen suficiente, encontrarse a la distancia mínima de la cantera, estar situadas en áreas sin mineral útil, no obstaculizar el desarrollo de los trabajos mineros y facilitar la creación de las condiciones de seguridad del trabajo.
- El método de escombreo y los medios de mecanización deben garantizar el almacenamiento continuo de rocas, la capacidad de recibimiento, los gastos mínimos y la productividad máxima de los trabajadores.

Requisitos que deben de cumplir las escombreras:

- Las escombreras tienen que ser lo más plana posible y cubrir toda el área minada con anterioridad, exceptuando los drenajes de las áreas sin minar.
- La última capa de las escombreras se dejará con el material mullido, usando para el relleno, siempre que sea posible el material del destape de los primeros metros.
- En los bordes inactivos de las escombreras se dejara un talud cuya pendiente resultante tendrá como máximo relación de talud 3:1.
- Se prohíbe la construcción de escombreras en terrenos inclinados sobre cortezas de gabros meteorizadas. En estas condiciones solamente se depositará una capa de relleno de 1 a 2 m de para que se asiente la vegetación.
- Los minerales con contenidos de Ni y Co cercanos al mínimo industrial (LF) se depositarán en escombreras independientes o en sectores de las escombreras señalados específicamente para indicar su condición.



Luego se comenzara al relleno masivo, con un banco de 3 m de altura, el que se prolongará hasta cubrir toda el área disponible, dejando libre solamente una berma de 5 m en las fronteras con las zonas sin minar o para el drenaje si es necesario.

En todos los casos mientras se construyen los bancos se dejará el terreno con una inclinación mínima hacia los canales de drenaje y sin depresiones interiores.

Para comenzar un nuevo banco se tomará como punto de partida el borde del banco anterior donde la diferencia de nivel con respecto al banco anterior sea de 3 m.

Para construir el nuevo banco se comenzará el trabajo con un solo camión incrementando la cantidad en la medida que se vaya creando espacio para su maniobra; pero siempre manteniendo un avance relativo en el banco anterior que se mantendrá hasta que este alcance el borde proyectado como se muestra en la figura IV.2.

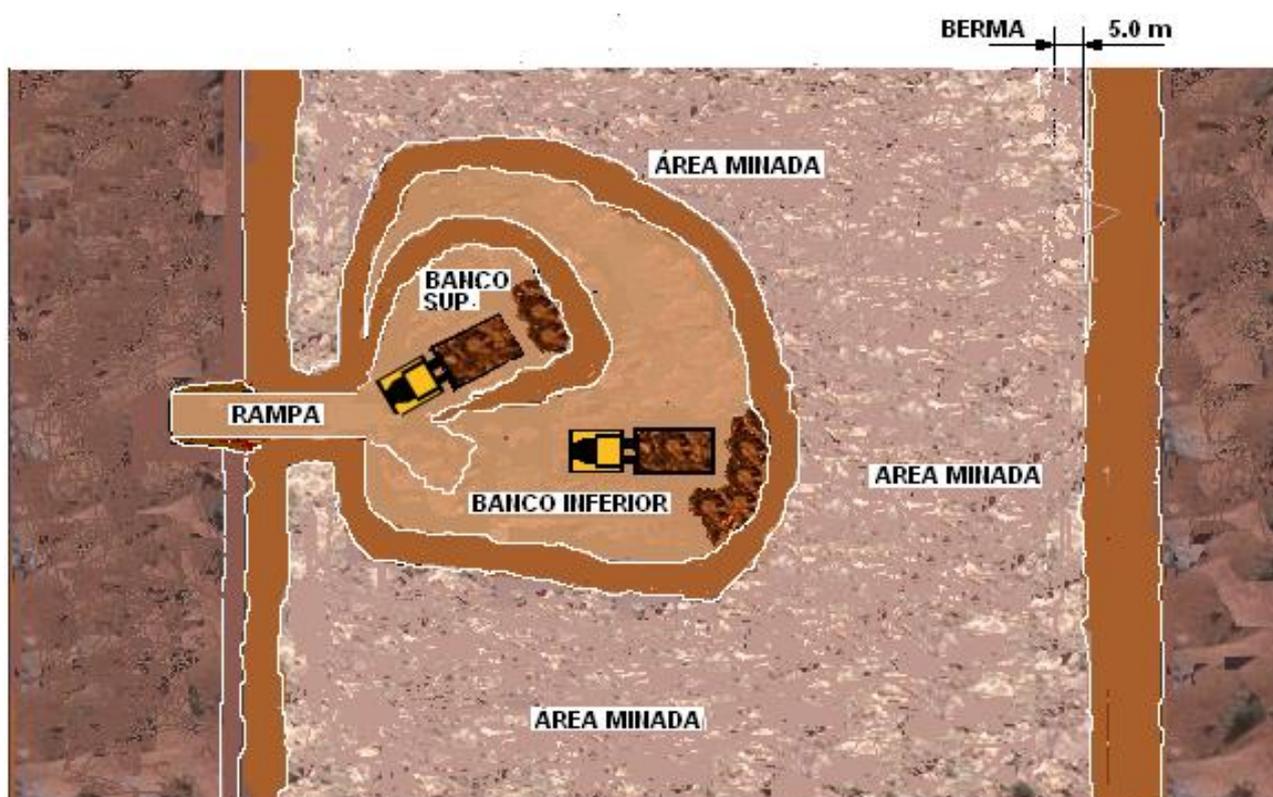


Figura IV.2 Esquema general de la escombrera

Luego de alcanzar un espacio suficiente que permita el trabajo de toda la flota de camiones, se priorizará el banco inferior hasta cubrir toda el área destinada para la escombrera como se muestra en la figura IV.3. En los casos en que no se disponga de

bulldózer se realiza la descarga de los camiones en retirada, a partir de un extremo del banco inferior, dejando una berma de seguridad de aproximadamente 6 m.

La superficie de los bancos tendrá una pendiente en el sentido del drenaje entre un 1 y un 2%, la misma puede ser en más de una dirección. La cantidad de bancos puede variar en dependencia de la potencia de escombros de la zona donde se esté destapando y de la estabilidad del piso del depósito o escombrera. Como regla la altura de la escombrera no debe sobrepasar la altura original del relieve de la zona antes de realizar la minería.

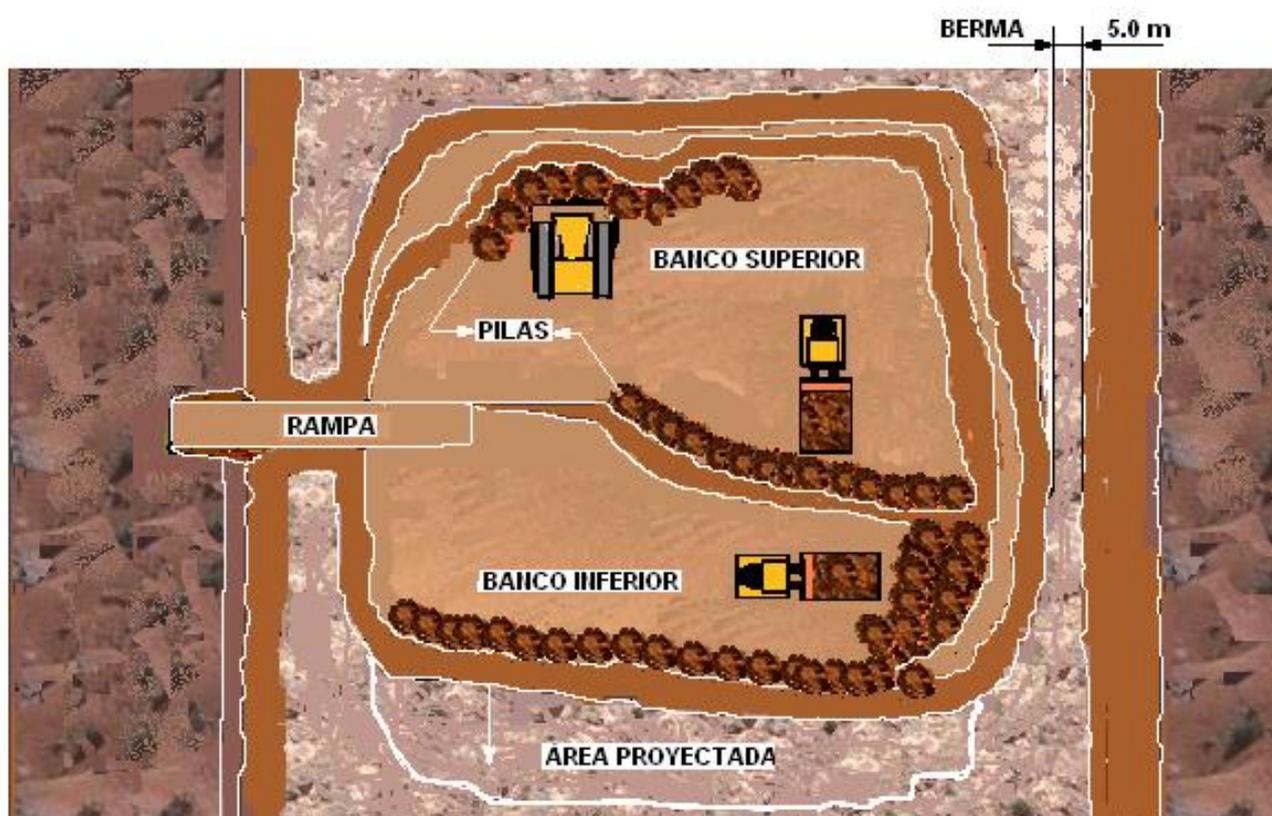


Figura IV.3

Para dejar la escombrera en las mejores condiciones para la rehabilitación, la misma se recubrirá con una capa de material del primer horizonte desbrozado.

El material depositado sobre la escombrera se explanará en dos etapas.

- En la primera etapa se hace una pasada de bulldózer en forma de cruz con la cuchilla a nivel; halando o empujando el material de forma inclinada hacia la parte que no fue rellenada, de tal forma que queden depresiones en el terreno de 20 a 30 cm como se muestra en la figura IV.4.

- En la segunda etapa se hace una pasada de buldózer en forma de cruz; con la cuchilla a nivel sobre la parte rellenada, cuidando de no rellenar las depresiones.

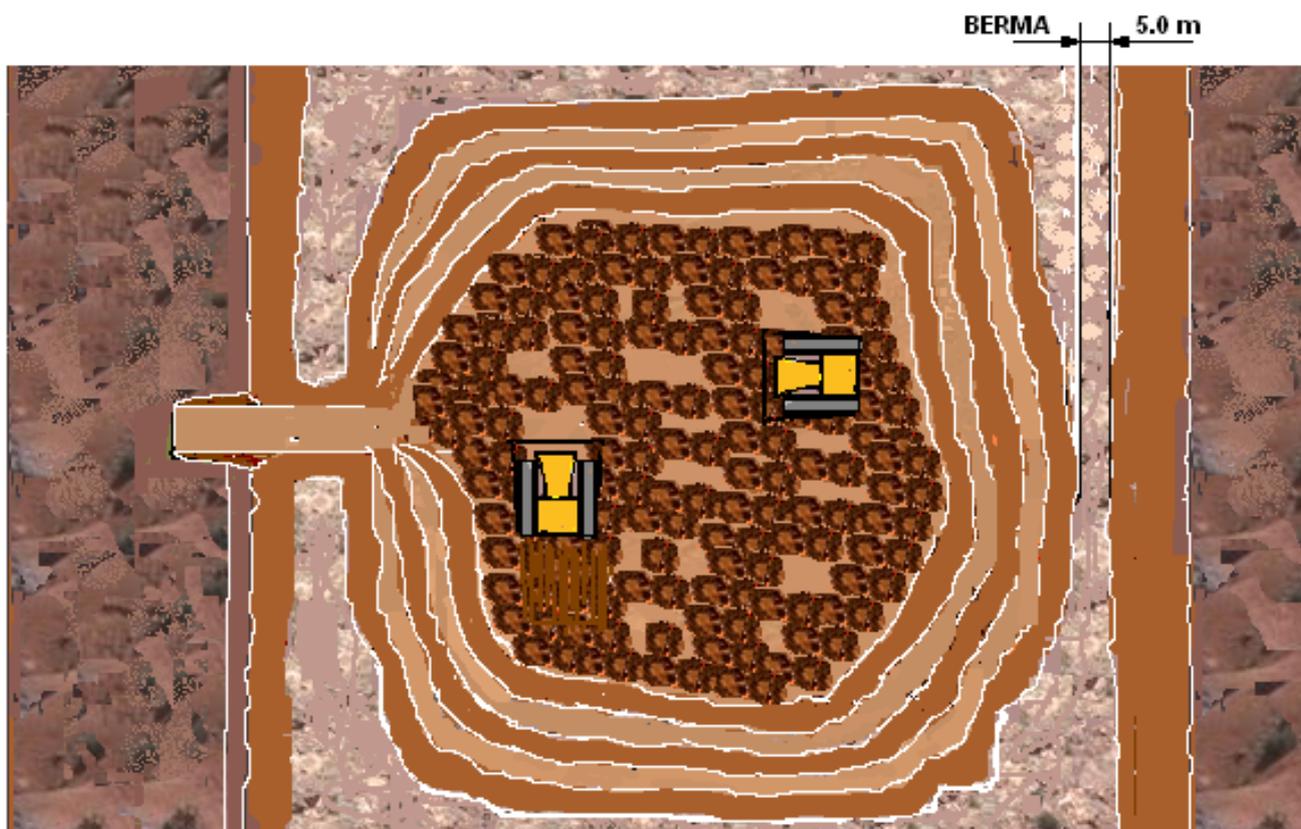


Figura IV.4. Material depositado en la escombrera para ser aplastado por el buldózer.

IV. 4 Parámetros de la escombrera diseñada

Una de las premisas planteadas por la dirección de la empresa para la realización del trabajo es que la escombrera para depositar el escombros del área 8 del yacimiento Yagrumaje Sur se ubicará en el área minada en el cuerpo 9 de dicho yacimiento.

Un plano general del fondo de esta área minada se muestra en la figura IV.5. Utilizando este relieve se diseñó la escombrera para la ubicación del escombros procedente del cuerpo 8 de Yagrumaje Sur.

La altura del banco de la escombrera es igual al banco de explotación, 3m. El ancho de la berma entre bancos es de 4 m. La relación de talud para los bancos es de 2 H: 1V, es decir 26° .

En la figura IV.5 se muestra una parte de la escombrera.

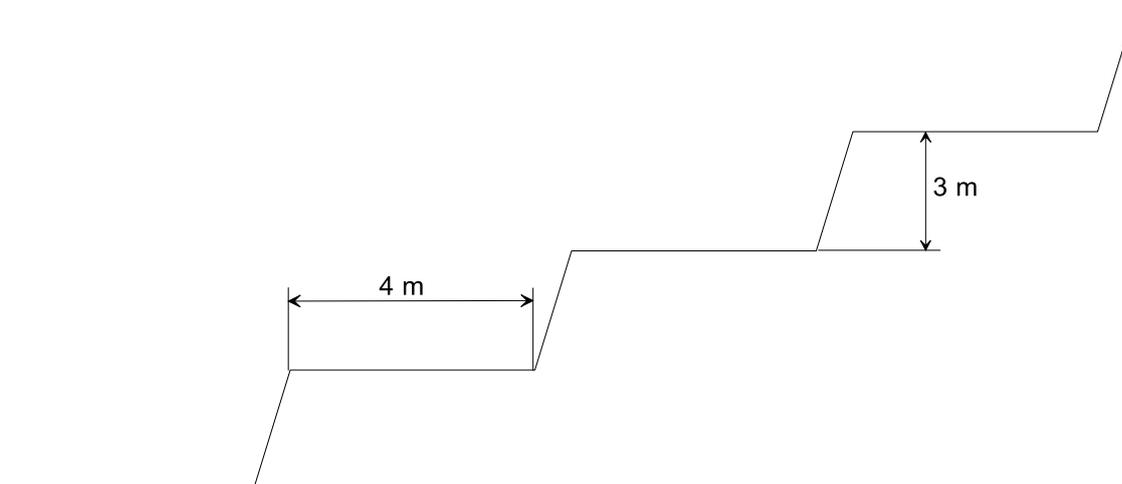


Fig. IV.5. Perfil del talud de la escombrera

Una vista de la escombrera diseñada se puede apreciar en la figura IV.6

Como se puede apreciar en la figura IV.7 el área minada del cuerpo 9 admite dos sectores de una misma escombrera, el mayor ubicado al oeste admite un volumen de $207\,000\text{ m}^3$ y el sector este que admite un volumen de escombro de alrededor de $77\,000\text{ m}^3$. Considerando que el volumen de escombro del cuerpo 8 asciende a $140\,523\text{ m}^3$ es evidente que la escombrera diseñada se puede utilizar para ubicar el escombro procedente de otros cuerpos minerales del yacimiento Yagrumaje Sur.

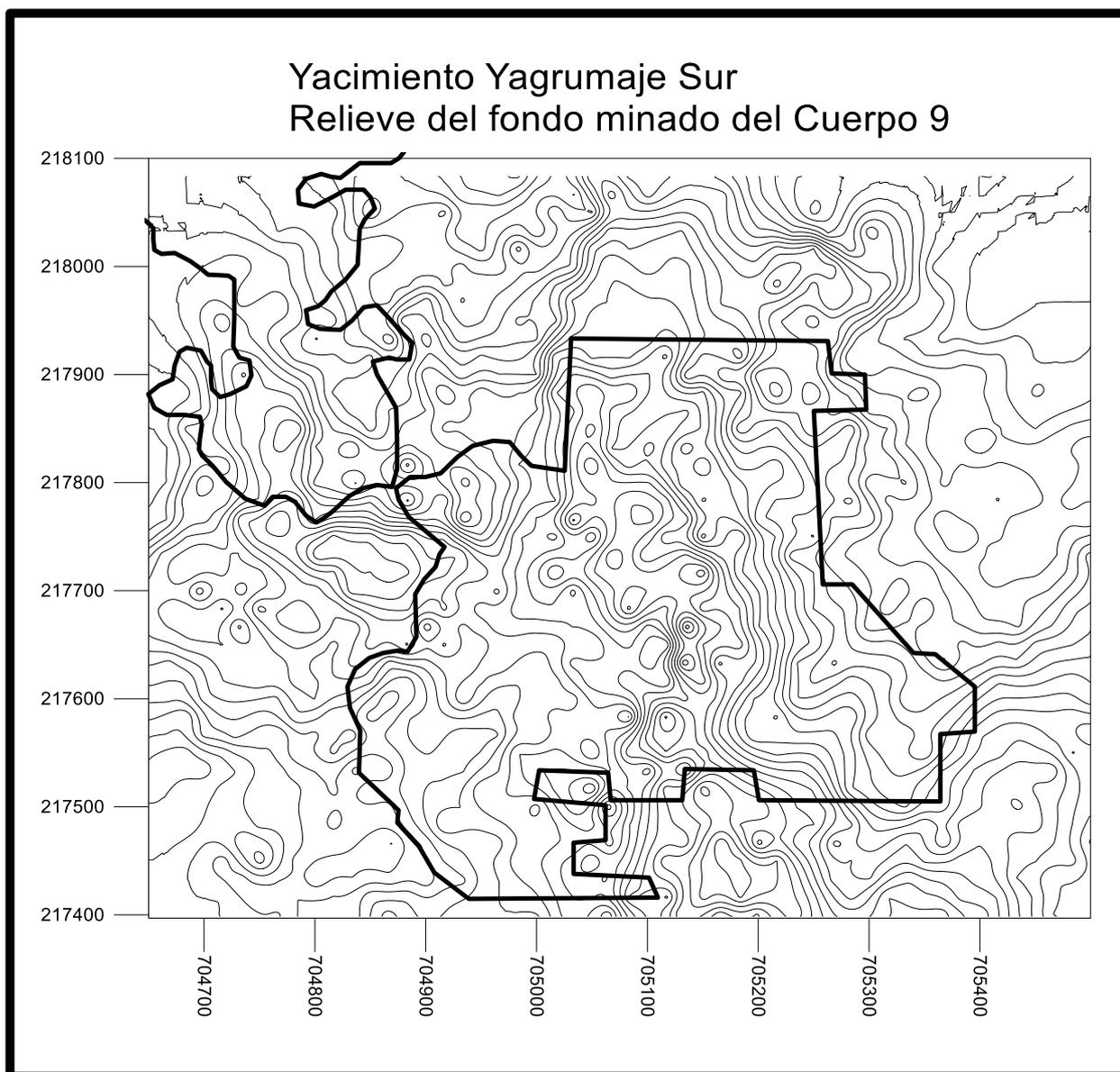


Figura IV.6 Plano general del fondo del cuerpo 9.



Fig.IV.7 Vista general de la escombrera diseñada

Las coordenadas de los bordes de los bancos de la escombrera se muestran en las siguientes tablas (IV.1; IV.2; IV.3; IV.4; IV.5; IV.6; IV.7; IV.8) y en la figura IV.8.



Tablas IV.1 y IV.2 de las coordenadas de los bordes de los bancos de la escombrera.

Tabla IV.1

No	Este	Norte	Cota
	Banco 1		
152	705302,57	217742,082	156
153	705304,882	217728,672	156
154	705304,882	217720,074	156
155	705304,882	217693,004	156
156	705304,882	217668,253	156
	Banco 2		
128	705294,882	217727,817	159
129	705294,882	217668,404	159
130	705292,382	217659,403	159
	banco 3		
99	705278,316	217765,044	162
100	705284,882	217726,961	162
101	705284,882	217669,767	162
102	705282,462	217661,056	162
	Banco 4		
71	705263,057	217783,549	165
72	705266,614	217774,063	165
73	705274,882	217726,105	165
74	705274,882	217671,13	165
75	705272,693	217663,249	165
78	705266,398	217640,587	165
79	705261,214	217621,927	165

Tabla IV.2

No	Este	Norte	Cota
	Banco 6		
1	704878,139	217555,932	171
2	704873,544	217595,75	171
3	705242,195	217782,365	171
4	705247,225	217768,807	171
5	705254,882	217724,394	171
6	705254,882	217673,856	171
7	705231,024	217601,636	171
8	705239,567	217618,723	171
9	705247,237	217646,334	171
10	705250,14	217656,784	171
11	705254,882	217673,856	171
12	705202,254	217836,927	171
13	705199,749	217839,255	171
14	705172,663	217846,184	171
15	704880,051	217624,67	171
16	704873,544	217595,75	171
17	704878,139	217555,932	171
18	704888,675	217539,777	171
19	704928,137	217762,416	171
20	704934,961	217776,974	171
21	704939,707	217780,721	171
22	704944,562	217784,554	171
23	704949,463	217788,423	171



Tablas IV.3 y IV.4 de las coordenadas de los bordes de los bancos de la escombrera.

Tabla IV.3

	Banco 5		
32	704865,613	217577,253	168
33	704863,416	217596,29	168
34	704867,519	217614,524	168
43	705178,112	217855,112	168
44	705199,921	217849,533	168
45	705254,697	217777,363	168
46	705256,92	217771,435	168
47	705264,882	217725,249	168
48	705264,882	217672,493	168
49	705261,776	217661,31	168
53	705256,575	217642,588	168
54	705248,944	217615,115	168
55	705244,864	217606,956	168

Tabla IV.4

	Banco 7		
24	704925,402	217506,549	174
25	704909,21	217526,596	174
26	704887,803	217559,42	174
27	704883,673	217595,21	174
28	704891,264	217628,946	174
29	704931,189	217754,791	174
30	704939,791	217773,144	174
31	704974,214	217800,32	174
35	705170,211	217836,489	174
36	705195,384	217830,049	174
37	705204,753	217823,146	174
38	705225,057	217799,443	174
39	705237,531	217766,179	174
40	705244,882	217723,538	174
41	705244,882	217675,219	174
42	705239,366	217655,363	174
50	705236,816	217646,182	174
51	705230,19	217622,331	174
52	705225,805	217613,562	174



Tablas IV.5 y IV.6 de las coordenadas de los bordes de los bancos de la escombrera.

Tabla IV.5

No	Este	Norte	Cota
	Banco 8		
56	704937,935	217506,946	177
57	704917,308	217532,484	177
58	704897,467	217562,908	177
59	704893,801	217594,671	177
60	704902,489	217633,28	177
61	704938,908	217747,697	177
62	704947,843	217766,759	177
63	704979,009	217791,364	177
64	705168,622	217826,573	177
65	705191,02	217820,844	177
66	705212,205	217805,234	177
67	705227,836	217763,55	177
68	705234,882	217722,683	177
69	705234,882	217676,582	177
70	705229,093	217655,741	177
76	705226,363	217645,914	177
77	705221,619	217628,835	177
	Banco 9		
80	705010,506	217492,512	180
81	704984,994	217492,512	180
82	704972,695	217497,432	180
83	704962,548	217501,491	180
84	704951,688	217505,835	180
85	704925,407	217538,373	180
86	704907,13	217566,396	180
87	704903,93	217594,131	180
88	704913,935	217638,598	180
89	704945,154	217737,462	180
90	704955,894	217760,375	180
91	704983,31	217782,02	180
92	705165,776	217816,979	180
93	705186,655	217811,638	180
94	705203,883	217798,944	180
95	705218,142	217760,922	180
96	705224,882	217721,827	180
97	705224,882	217677,945	180
98	705219,015	217656,823	180

Tabla IV.6

No	Este	Norte	Cota
	Banco 10		
103	705012,783	217502,512	183
104	704986,919	217502,512	183
105	704957,826	217514,15	183
106	704933,505	217544,261	183
107	704916,794	217569,885	183
108	704914,059	217593,592	183
109	704926,078	217647,009	183
110	704943,457	217706,595	183
111	704949,544	217723,267	183
112	704963,946	217753,991	183
113	704990,122	217774,656	183
114	704994,32	217777,97	183
115	705008,988	217789,55	183
116	705009,47	217789,703	183
117	705125,173	217814,601	183
118	705131,47	217815,433	183
119	705139,541	217813,368	183
120	705163,134	217807,333	183
121	705182,291	217802,433	183
122	705195,562	217792,654	183
123	705208,447	217758,294	183
124	705214,882	217720,971	183
125	705214,882	217679,308	183
126	705208,819	217657,483	183
127	705290,44	217753,581	159



Tablas IV.7 y IV.8 de las coordenadas de los bordes de los bancos de la escombrera.

Tabla IV.7

No	Este	Norte	Cota
	Banco 11		
131	705015,06	217512,512	186
132	704988,845	217512,512	186
133	704963,965	217522,464	186
134	704941,604	217550,149	186
135	704926,458	217573,373	186
136	704924,187	217593,052	186
137	704935,765	217644,509	186
138	704955,684	217712,804	186
139	704971,997	217747,606	186
140	704996,541	217766,982	186
141	705002,549	217771,726	186
142	705013,752	217780,57	186
143	705023,013	217783,506	186
144	705121,408	217804,017	186
145	705130,864	217805,266	186
146	705177,926	217793,227	186
147	705187,241	217786,364	186
148	705198,753	217755,665	186
149	705204,882	217720,115	186
150	705204,882	217680,672	186
151	705199,63	217661,766	186

Tabla IV.8

No	Este	Norte	Cota
	Banco 12		
157	705029,755	217522,512	189
158	704990,771	217522,512	189
159	704970,103	217530,779	189
160	704949,703	217556,037	189
161	704936,122	217576,861	189
162	704934,316	217592,513	189
163	704945,453	217642,009	189
164	704965,067	217709,261	189
165	704980,049	217741,222	189
166	705018,515	217771,59	189
167	705020,833	217772,325	189
168	705122,845	217794,121	189
169	705130,257	217795,1	189
170	705173,561	217784,022	189
171	705178,92	217780,074	189
172	705189,059	217753,037	189
173	705194,882	217719,26	189
174	705194,882	217682,035	189
175	705191,836	217671,07	189

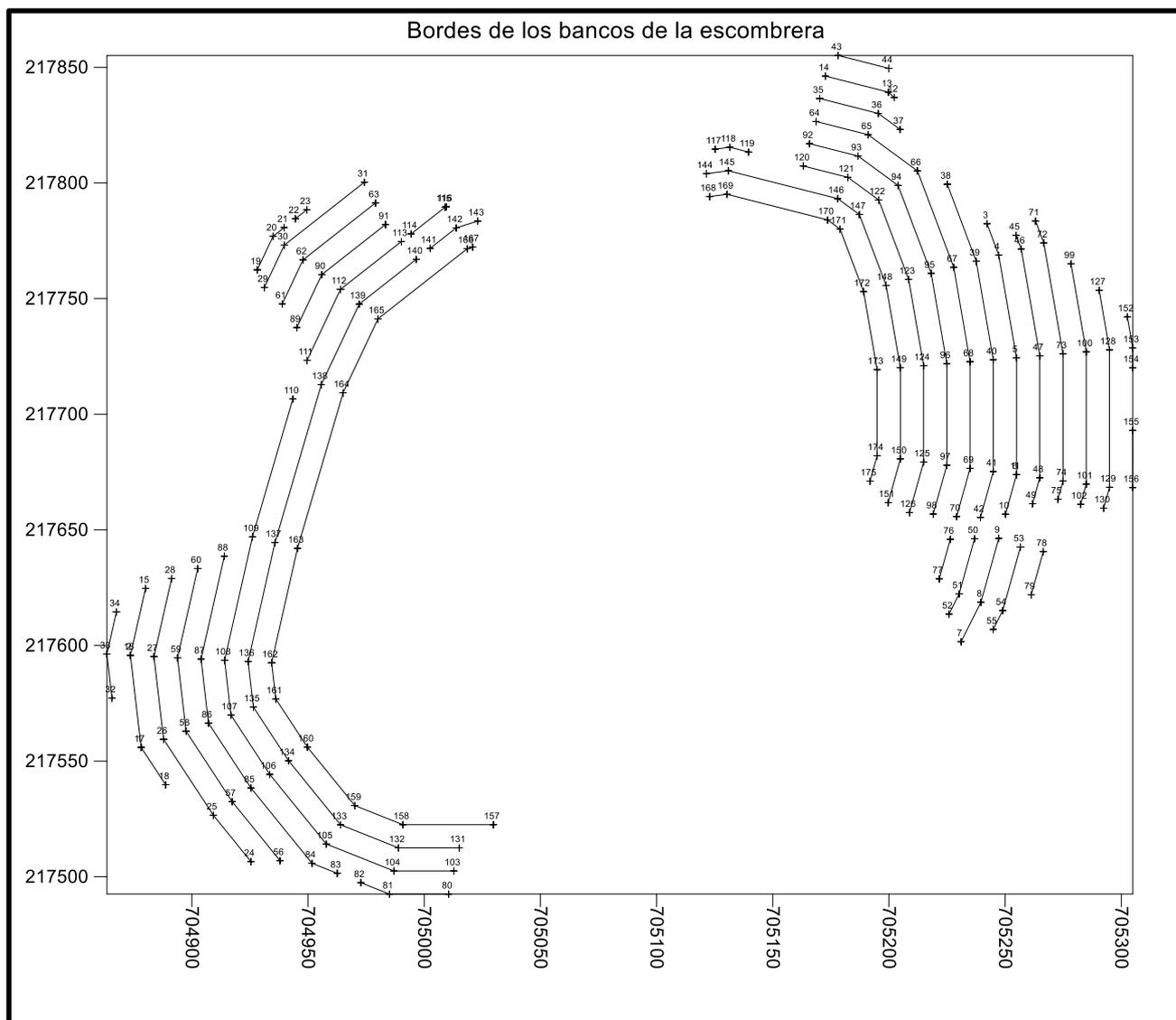


Fig. IV.8 Coordenadas de los bordes de los bancos de la escombrera



CAPITULO V: CÁLCULOS ECONÓMICOS

V.1 Introducción

El parámetro fundamental que indica la efectividad de cualquier operación minera que se ejecute, es el costo de producción de una tonelada de mineral extraído, así como los demás gastos en que se incurren en todo el proceso minero, como es la realización del destape y de la escombrera que es el caso de este trabajo. Para el éxito de cualquier empresa que se acometa la base de todo triunfo es la racionalidad en el arte de manejar el capital. El ingeniero debe tener esto siempre presente, de este modo se obtendrán buenos resultados y de seguro cosechará importantes triunfos. En este capítulo se exponen los resultados de los gastos directos que se incurren en la realización del desbroce y el destape, o sea, gastos ocurridos en combustible, salario y los demás elementos.

V.2.Cálculos económicos

Con vistas a obtener estos resultados se tienen en cuenta los gastos directos que se originan durante el desbroce, destape y arranque; aquí no se considerara la labor arranque como se plantea anteriormente, se tendrán en cuenta los gastos surgidos por concepto de mantenimiento, salario, depreciación y los gastos indirectos incurridos durante los trabajos.

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 conceptos de salario G_s (desbroce) ver tabla V.2.1, los gastos por conceptos de depreciación de los equipos G_d (desbroce) ver tabla V.2.2 y los gastos por concepto de combustibles G_c (desbroce) ver tabla V.2.3.

Tabla V.2.1 Gastos por Conceptos de Salarios G_s (desbroce)

Puesto de trabajo	de	Cantidad de operador	de	Salario por hora (\$/h)	Tiempo de trabajo (horas)	de	Salario total (\$)
Operador buldózer	de	4		2,8	242,4		2714,88
Total							2714,88



Tabla V.2.2 Gastos por concepto de depreciación de equipos Gd (desbroce)

Equipos	Cantidad	Valor inicial (\$)	Tiempo de trabajo (años)	Depreciación (\$/año)
Bulldózer	1	419358,9	0,07	29355,1
Total				29355,1

Tabla V.2.3 Gastos por concepto de consumo de combustible Gc (desbroce)

Equipos	Cantidad	Consumo inicial (l/hora)	Total de horas trabajadas al año (h/año)	Precio del litro (\$)	Costo total anual (\$/año)
Bulldózer	1	23	242,4	0.9	5017,68
Total					5017,68

Gastos directos durante el desbroce

$$Gd(\text{desbroce}) = Gs(\text{desbroce}) + Ge(\text{desbroce}) + Gc(\text{desbroce})$$

$$Gd(\text{desbroce}) = 2714,8 + 29355,1 + 5017,6$$

$$Gd(\text{desbroce}) = 37087,48 \$$$

Gastos directos originados por la actividad de destape

Los gastos directos producidos por dicha labor Gd (destape) están constituidos por la suma de los gastos por concepto de salario Gs (destape) ver tabla V.2.4, los gastos por concepto de depreciación de los equipos Gd (destape) ver tabla.V.2.5 y los gastos por concepto de combustibles Gc (destape) ver tabla V.2.6



Tabla V.2.4 Gastos por conceptos de salario Gs (destape)

Puesto de trabajo	Cantidad de operador	Salario por hora (\$/h)	Tiempo de trabajo (horas)	Salario total (\$)
Chofer del camión	20	2,8	600	33600
Operador de retroexcavadora	4	2,6	600	6240
Operador de buldózer	4	2,7	242,4	2617
Total	28	8,1	1442,4	42457

Tabla V.2.5 Gastos por concepto de depreciación de equipos Gd (destape)

Equipos	Cantidad de equipos	Valor inicial (\$)	Vida útil (años)	Depreciación total (\$/año)
Camión articulado	5	470441,7	5	32930,9
Buldózer	1	419358,9	5	12580,7
Retroexcavadora	1	823331,9	6	57633,2
Total	7	1713131,6	16	103144,8



Tabla V.2.6 Gastos por concepto de combustible Gc (destape)

Equipos	Cantidad	Consumo horario (l/hora)	Total de horas de trabajo al año (h/año)	Precio del litro(\$)	Costo total (\$/año)
Camión articulado Volvo	5	25	600	0,9	67500
Bulldózer	1	23	242,4	0,9	517,68
Retroexcavadora	1	65	600	0,9	35100
Total	7	115	1248	2,7	107617,68

Gasto directos durante el destape

$$Gd(\text{destape}) = Gs(\text{destape}) + Ge(\text{destape}) + Gc(\text{destape})$$

$$Gd(\text{destape}) = 42457 + 103144,8 + 107617,68$$

$$Gd(\text{destape}) = 253219,48 \$$$

Vale destacar que en estos cálculos se utilizó la depreciación y la no amortización de los equipos por ser este el índice que se usa en los cálculos de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara. 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 que se consideran clasificadas, acorde a la política de la empresa.

Gastos por conceptos de mantenimiento

Estos gastos (Gmtto) ver tabla V.2.7, se obtienen a raíz de la suma de los costos por hora de mantenimiento (Ch) multiplicado por la cantidad de horas de mantenimiento planificados durante el tiempo que explotará los equipos que participan en las labores (hp).



Tabla V.2.7 Gastos por concepto de mantenimiento (Gmtto)

Equipos	Cantidad	Horas de trabajo (h/año)	Costo por hora (\$)	Costo total (\$/año)
Camión articulado Volvo A40	5	3000	18	270000
Bulldózer	1	242,4	2,2	533,28
Retroexcavadora	1	600	4,9	2940
Total	7	93530	25,1	273473,2

Gastos directos generales

$$Gdg = Gdesbroce + Gdestape + Gmantenimiento$$

$$Gdg = 37087,48 + 253219,48 + 273473,2$$

$$Gdg = 563780,16\$$$

Gastos indirectos

$$Gind = Gdg * 0,06$$

$$Gind = 563780,16 * 0,06$$

$$Gind = 33826,80 \$$$

Gastos totales

$$Gtotal = Gdg + Gind$$

$$Gtotal = 563780,16 + 33826,80$$

$$Gtotal = 597606,96 \$$$



Costo de las labores de destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur.

$$Cd = \frac{Gtotal}{Vd} = \frac{597606,96}{140523}$$

$$Cd = 4,25 \$/t$$



CONCLUSIONES

Después de realizado el trabajo se puede concluir que:

- 1- El destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur se puede realizar en 25 días de trabajo utilizando 2 turnos diariamente y 5 camiones articulados Volvo A 40 D. Si se trabaja solamente un turno al día (diurno o nocturno) entonces el tiempo asciende a 50 días.
- 2- Si se trabaja con 2 camiones articulados diariamente el tiempo de destape del cuerpo 8 asciende a 82 días.
- 3- La escombrera diseñada en el área minada del cuerpo 9 admite más de 250 000 m³ de escombros y el cuerpo 8 solo posee volumen de estéril de 140 523 m³.



RECOMENDACIONES

- 1- Utilizar para el destape del cuerpo 8 del yacimiento Yagrumaje Sur el equipamiento previsto para realizar la actividad en el plazo calculado, es decir 25 días.
- 2- Utilizar la escombrera diseñada en el área minada del cuerpo 9 del yacimiento Yagrumaje Sur hasta agotar su capacidad de admisión.



BIBLIOGRAFÍA

- Chacón, Pérez, Yanetsis, 2012. Criterios para la ejecución del cierre de minas en el yacimiento Yagrumaje Sur. Centro de Información Científico Técnica. Facultad de Geología y Minas. Tesis de Pregrado. ISMM, Moa, Holguín, Cuba.
- Criado, M. C. Grandes equipos mineros de carga y transporte. Revista Canteras y explotaciones. N° 389
- Colectivo de autores. Informes geológicos. Sub - Dirección Mina "Comandante Ernesto Che Guevara" 2005.
- Directivos del Departamento de planificación e ingeniería. Plan de Minería, Ernesto Che Guevara. 2012.
- Explotación a cielo abierto. Notas de clase del curso 2012 – 2013. ISMM" Dr. Antonio Núñez Giménez".
- León M. Metodología de cálculo. Informe técnico. Sub – Dirección de Minas "Empresa Comandante Ernesto Che Guevara"1999
- Manual del Volvo A40.Traducción al español. Departamento Técnico de la Empresa Comandanta Ernesto Che Guevara.
- Ndong, Oyana, Rubén Nfa, 2010. Proyecto de explotación del sector 7 del Yacimiento Camarioca Este de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara. Facultad de Geología y Minas. Tesis de Pregrado. ISMM, Moa, Holguín, Cuba.
- Pereda Hernández, Segundo y Polanco Almanza, Ramón. Transporte Minero. Ciudad de la Habana, 1999.
- Rueda, Barrio, Yoelis, 2006. Diseño del método de explotación del sector 14 del Yacimiento Moa Oriental. Facultad de Geología y Minas. Tesis de Pregrado. ISMM, Moa, Holguín, Cuba.



ANEXOS

Anexo N^o1. Equipo para realizar el desbroce Buldózer modelo KOMATSU D85

Buldózer Komatsu D85





Anexo N^o2. Equipo para realizar el destape retroexcavadora LIEBHERR 984





Anexo N^o3. Equipo para realizar el transporte de escombros camión articulado VOLVO A40





Anexo N^o4. Foto que muestra las labores de escombreo

