



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

Trabajo de Diploma

Título: Proyección del sistema de transporte para la mina de cromo Victoria-1.

Diplomante: Luis Yamiel Padilla Bartomeo

Tutor: Dr.C Santiago Oscar Bernal Hernández

DECLARACIÓN DE AUTOÍA

Yo: Luis Yamiel Padilla Bartomeo autor de este trabajo de diploma y mi tutor Dr.C Santiago Bernal declaramos como propiedad intelectual de este servicio al Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa para que se disponga de su uso cuando se estime conveniente.

Diplomante: Luis Yamiel Padilla Bartomeo

Tutor: Dr.C Santiago Bernal

Pensamiento

“El futuro de nuestra patria tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencias, tiene que ser un futuro de pensamientos, porque precisamente es lo que más estamos sembrando; lo que más estamos sembrando son oportunidades a la inteligencia.”

Fidel Castro Ruz.

Agradecimientos

Le agradezco a mi familia que siempre me ha apoyado durante mis estudios y en especial a mis padres María de los Ángeles y Luis Manuel que siempre me exigieron por estudiar y sacar buenas notas para lograr el título de ingeniero de minas.

A mi hermana Yanedi que siempre ha sido mi inspiración en alcanzar este título a mi cuñado Luis Dominguez que me ha ayudado cantidad en la revisión de este documento, a mis compañeros del aula que siempre me han apoyado, y a los que no son de mi aula también.

A mi tutor que me ha apoyado bastante para que pueda alcanzar la mejor puntuación y a mi novia Aliannis García que me apoyó en la realización de este trabajo.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, a mis abuelos que son mi esperanza, en especial a mi sobrina Amaya Dominguez Abreu.

Resumen

Esta investigación está dirigida a diseñar un sistema de transporte para el yacimiento Victoria-1, de La Empresa Geominera de Camagüey, esta empresa tiene dentro de sus planes de expansión comenzar la explotación de este yacimiento y no tiene diseñado un sistema de transporte eficiente y eficaz que garantice la productividad requerida por la empresa.

Para el diseño del sistema de transporte se tienen en cuenta los datos disponibles, aportados por la empresa Geominera ubicado en la provincia de Camagüey, mapas geológicos con la ubicación de los yacimientos y los límites de la concesión minera, volumen de mineral a mover. En este caso se ha empleado una metodología de cálculo nueva para el diseño del sistema de transporte.

Para este yacimiento se ha elegido el transporte más idóneo, para lo cual se planteó tomar una sola variante de transporte para la mina, se realizaron los cálculos necesarios para ver si es eficiente una sola red de transportación, se plantearon los cálculos técnicos-económicos y las medidas para mitigar el impacto en el medio ambiente por los efectos de la minería en la zona.

Abstract

This research is directed to design a transport system for Victoria-1 site of Geominera Company of Camagüey, this company has within its expansion plans began to use this site and has designed a system for efficient and effective transport sure productivity required by the company.

For the design of the transport system taking into account the available data provided by the company Geominera located in the province of Camagüey, geological maps with the location of the deposits and the limits of the mining concession, moving ore volume. In this case has used a new calculation methodology for the design of the transport system.

For this deposit has been chosen most appropriate transport, which was raised to take a single transport variant for the mine, the necessary calculations were performed to see if a single efficient transportation network, raised technical-economic calculations and measures to mitigate the impact on the environment from the effects of mining in the area.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE	6
INTODUCCIÓN.....	6
Estado de la temática a nivel internacional.	6
Estado de la temática en Cuba	8
Conceptos básicos.....	9
CAPÍTULO 2: CARACTERISTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	11
Breve descripción socio-económica de la provincia de Camagüey.	11
Geología de la regional.	11
Ubicación geográfica del yacimiento.....	12
Características geológicas del yacimiento.	13
Tectónica	13
Características de las rocas encajantes.....	14
Características de la zona mineral	14
Composición química del mineral	15
Características cualitativas del mineral	15
Composición mineralógica	15
Características hidrogeológicas	17
Propiedades físico-mecánicas del mineral y la roca.	19
CAPÍTULO 3: CÁLCULO Y DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL EQUIPAMIENTO DEL TRANSPORTE.	21
INTRODUCCIÓN	21
Elección del transporte a utilizar el acarreo de la masa minera.	23
Ventajas del transporte automotor	24
Cantidad de cucharas para abastecer un camión	25
Determinación de la velocidad del movimiento	26
El tiempo de recorrido en todos los sectores de la taza, cargados y vacíos.	28
El tiempo del viaje del automóvil.	28
Cálculo de la cantidad de viajes del camión.	29
Productividad técnica del camión.....	29
La cantidad de camiones servidos por una excavadora.	30
Gasto de combustible de maquina durante un viaje.	31

Criterios para el mantenimiento de caminos mineros	33
CAPITULO 4: CÁLCULO TÉCNICO-ECONÓMICOS, PROTECCIONDE DEL MEDIO	
AMBIENTE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO EN LA MINA.	34
INTRODUCCIÓN	34
Gastos directos que se originan durante las labores de explotación.	34
Gastos por concepto de consumo de combustible durante la explotación del yacimiento.	36
Gastos por concepto de mantenimiento.....	36
Gastos directos durante la explotación	37
Gastos indirectos	37
Gastos totales	38
Costo de producción por metros cúbicos de mineral extraído	38
Medidas de seguridad para el trabajo con transporte automotor.	39
Protección del personal.....	40
Protección del medio ambiente	¡Error! Marcador no definido.
Las principales afectaciones al Medio Ambiente.....	41
Criterio para la explotación sostenible del yacimiento.....	42
Conclusiones.....	44
Recomendaciones	45
Bibliografía	46
Anexos	48

INTRODUCCIÓN

La minería tiene la misión de extraer las materias primas que necesita el hombre para satisfacer sus necesidades, afectando lo menos posible al medio ambiente; por su importancia constituye una actividad determinante en el progreso de la sociedad, pues de acuerdo a cálculos, entre los recursos naturales utilizados, los minerales representan el 80 % de la corteza terrestre.

Cuando una empresa hace una inversión incurre en un desembolso de efectivo con el propósito de generar en el futuro beneficios económicos que ofrezcan un rendimiento atractivo para quienes invierten y para la sociedad donde ella se realiza.

En las décadas del 40 y 50 del siglo XX se realizaron exportaciones de cromo en los municipios de Camagüey, Minas y Sierra de Cubitas por compañías norteamericanas y cubanas, paralizándose las mismas en los primeros años de la década del 60. El volumen extraído fue superior a 1 200 000 t.

Hasta el año 2006 se explotaron los yacimientos de cromo en el municipio de Moa en la provincia de Holguín. Las actividades mineras en la Empresa Cromo Moa se cierran por dificultades económicas financieras generales de la empresa, por lo que se quedó sin suministrador el sector de la industria sideromecánica nacional, con un consumo de 6 000 t/año. En la provincia de Camagüey se conocen más de 350 yacimientos y manifestaciones de cromo con distintos grados de estudio, con un volumen de recursos geológicos superior a 1 300 000 t de mineral de cromo, ubicados la gran mayoría en lugares con infraestructuras de caminos, carretera, ferrocarriles, redes de energía eléctrica, agua, etc. Entre los años 1983 y 1987 se realizaron trabajos geológicos en el yacimiento de Victoria-1 que pertenecen al campo menífero de Camagüey, los resultados se encuentran en el Informe final de Búsqueda Detallada de cromita de 1989. Estos trabajos consistieron en Mapeo Geológico, Levantamiento magnetométrico (escala 1:10000), bombeos de prueba, laboreos mineros y se perforaron 20 pozos con una longitud de 111 m. Se determinó que varias fallas atraviesan los cuerpos minerales, dividiéndolos en bloques, los cuales tienen formas lenticulares con posición subvertical y estructura interna compleja producto de la tectónica. Son cromitas podiformes de texturas masivas; las rocas encajantes son peridotitas, lherzolitas y dunitas serpentinizadas y se encuentran complejos cumulativos. Se estimaron 149 771 toneladas en categoría de recursos, con una ley de 29.03 % de Cr_2O_3 y 6.60 % de SiO_2 .

Situación problemática, La mina de cromo Victoria-1 está en proceso de proyección, ya que el proyecto de explotación realizado por el Centro de Proyecto del Níquel ha sido rechazado, siendo la elección y el cálculo de los parámetros del transporte automotor los más cuestionados.

Problema de investigación, la necesidad de proyectar el sistema de transporte en el yacimiento de cromo Victoria-1.

El **objetivo general**, proyectar el sistema de transporte del yacimiento Victoria-1.

Como **objeto de estudio**, el transporte minero.

El **campo de acción** el, sistema de transportación de la masa minera en la Mina a Cielo Abierto Victoria-1.

La **hipótesis**, si se conocen las características ingeniero-geológicas del yacimiento, las particularidades del sistema de explotación y la masa minera a mover, entonces se puede lograr proyectar el sistema de transportación de la Mina a Cielo Abierto Victoria-1.

Los **objetivos específicos** son:

1. Caracterizar las condiciones geólogo-mineras del yacimiento.
2. Elegir el tipo de transporte y calcular los parámetros fundamentales del sistema de transporte.
3. Calcular los índices técnico-económicos.
4. Proponer medidas para mitigar el impacto ambiental y garantizar la seguridad de los trabajos.

Los **métodos científicos** utilizados son:

Como método teórico se utiliza el **analítico-sintético** para una mayor comprensión del problema y poder seleccionar los tipos de transporte. Además, el método **histórico-lógico** está presente al analizar a nivel internacional y nacional los tipos de transporte similares al que se propone.

Dentro de los métodos **empíricos** se emplean la **observación** y la **entrevista**, los cuales se ven presentes en la realización de las conversaciones con los trabajadores de la empresa Geominera de Camagüey, de forma planificada y observándose la forma en que se desarrollan los trabajos mineros, para poder recoger toda la información referente al sistema de transporte de la mina Victoria-1.

Métodos Teóricos

- Histórico Lógico para el análisis y fundamentación del problema.

- Hipotético – Deductivo para la formulación de la hipótesis.
- Análisis de criterios técnicos económicos de la explotación de los equipos mineros.

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE

INTODUCCIÓN

En el presente capítulo se analizará el estado actual de la problemática en Cuba y el Resto del mundo, mediante el estudio de los antecedentes del trabajo en otras minas, los que serán utilizados como elementos de partida para la elaboración de este trabajo.

Estado de la temática a nivel internacional

En la Tesis en la opción al título de Doctor en Minas de Aduvirre (1990), aplica un modelo que permite calcular la evolución de la rentabilidad económica de un equipo basado en el estudio de la variación de las horas de paradas e incrementos de los costos. El autor (Aduvirre) considera que el mantenimiento tiene gran importancia por el volumen de capital invertido en maquinaria y su influencia sobre los costos de explotación, por ello, el interés en desarrollar una teoría general del mantenimiento en la mina, con el propósito de implementar el mantenimiento predicativo como una actividad complementaria de conservación de equipos. Además, plantea que una conveniente formulación del proceso de reposición de una máquina minera juega un papel económico muy importante en la rentabilidad de la explotación minera a cielo abierto y que a menudo se buscan soluciones parciales a este problema mediante modelos de programación lineal y métodos estadísticos basados en la maximización de beneficios o la minimización de costos. El autor no hace referencia a la incidencia o la necesidad de un procedimiento de cálculo que permita elegir y calcular los equipos de transporte, dado su incidencia en el costo de explotación del transporte minero.

En la metodología de cálculo de la cantidad de camiones aplicada en el Centro de Investigación y Proyecto Giproruda, Diakov (2011), parte de relacionar la duración del ciclo de trabajo de la excavadora con el del camión. Esta metodología evalúa los tiempos por lo que no considera si el tipo de transporte está bien elegido y no elabora un procedimiento completo para la elección y el cálculo del transporte automotor.

Maxera (2002), diseña un modelo para la optimización del conjunto excavadora – camión rígido que toma como referencia entre las variables fundamentales la calidad y aspectos de diseño de los camiones mineros y su incidencia en el costo, es útil para la investigación, el cálculo del factor de llenado para diferentes capacidades de la cuchara de las excavadoras y cama de los camiones, así como los ciclos de trabajo. No hace referencia a la necesidad de un procedimiento de elección del transporte, ni tampoco, para el cálculo de sus parámetros fundamentales.

Ortiz; et al (2002), diseña una metodología donde plantea que los criterios de selección de equipos mineros deben ser básicos y específicos. Entre los criterios básicos cita: condiciones del entorno en las que se van a desarrollar las operaciones, características del depósito mineral, mineralización, hidrología e hidrogeología, propiedades físico químicas de los materiales y parámetros de la explotación. En los criterios específicos cita: rendimiento (capacidad de producción), esfuerzo de excavación o arranque, duración del ciclo, pendientes que puede vencer el modelo, velocidades de diseño, potencia total, vida de servicio, aerodinámica , facilidad de mantenimiento y reparaciones, niveles de ruido, fuentes de energía; de servicio (maquinaria auxiliar requerida, frecuencia de servicio, repuestos necesitados, herramientas requeridas, adiestramiento del personal; económicos (costos de propiedad, de operación, de amortización, de arrendamiento), pero no plantea un procedimiento de elección del tipo de transporte y cálculo de los parámetros fundamentales .

Herrera Herbert (2006), en la edición del artículo “Importancia de la selección del método de explotación”, entre los aspectos principales permite conocer y comprender el concepto de método minero en toda su extensión y distinguir los distintos tipos existentes, el concepto de sistema operativo minero o sistema minero, el origen y la finalidad de la clasificación de los distintos sistemas, la utilidad de las diferentes clasificaciones en que se pueden estructurar los yacimientos minerales. El autor no hace referencia a la necesidad de un procedimiento de cálculo que determine los principales parámetros de los camiones

En la publicación en la revista Viewponit, Cooke (2008) se hace referencia a una flota de camiones en la mina de Cobre y Oro, La Sierrita, en Arizona, Estados Unidos. En esta publicación se refiere a una serie de medidas que se han tomado para aumentar el rendimiento de estos y mantener la disponibilidad por encima del 90%. En las mejoras

relaciona que los operarios deben estar capacitados en el manejo de los camiones tanto en las diferentes vías como climas, mantener los caminos mineros en buen estado. En esta publicación los autores no hacen referencia a la necesidad de un procedimiento para la elección y cálculo de los parámetros fundamentales de los camiones.

Estado de la temática en Cuba

Herrera; et.al (2002) en el "Manual de Laboreo", muestran un procedimiento de selección de equipamiento minero, pero no es lo suficientemente completo porque no plantea un procedimiento para la elección y el cálculo de los parámetros fundamentales de los camiones.

Cisneros (2003), en su tesis muestra una metodología para la selección de equipos mineros, parte de las condiciones geomecánicas del macizo hasta la eficiencia en la operación de los equipos, pero en ella no se describe una metodología o procedimiento de cálculo que establezca todos los parámetros fundamentales del transporte, ni es argumentada la elección.

García; et al (2006); Guerra; et al (2009), evaluaron los indicadores técnico – productivos de los equipos mineros, hasta determinar el número de camiones por excavadoras, pero no plantean la necesidad de determinar los parámetros fundamentales del autotransporte.

La Empresa Ceproniquel (2012), se plantea una geología detallada de la zona de estudio, se propone un procedimiento para la explotación del yacimiento, pero no se elaboró un procedimiento para la elección del transporte ni se hace un análisis para determinar sus parámetros.

Gelkys (2010) propone un " Procedimiento para la adquisición y explotación del equipamiento minero para la empresa Cementos Santiago SA". Propone y describe una serie de criterios a tener en cuenta en la elección del equipamiento minero, criterios que integró en un procedimiento para la elección del proveedor de equipamiento minero. Estos criterios son: precio, calidad, estado técnico, garantía, tecnología probada, avances tecnológicos, asistencia técnica, infraestructura de mantenimiento, oportunidad y uniformidad.

Pero no integró en este procedimiento los cálculos para la cantidad de equipos necesarios para abastecer una excavadora por lo que no planteó un procedimiento la elección y cálculo adecuado para el transporte automotor.

Ruiz Batitapau (2010), en su trabajo de diploma planteo un procedimiento para el cálculo de un skips, pero se ve en la necesidad de emplear dos tipos de transporte, ya que el skips no se puede utilizar para construir la mina y se ve obligado en un yacimiento muy pequeño a emplear transporte automotor en la etapa de construcción, lo cual no tuvo en cuenta los gastos que esto podía ocasionar, no elaboró un procedimiento para la elección y cálculo de los parámetros del transporte automotor.

Conceptos básicos.

La complejidad en la elección de los equipos mineros para la formación de la estructura de la mecanización integral de las minas a cielo abierto está relacionada con la posibilidad de lograr una relación integral de las operaciones teniendo en cuenta el grupo de factores naturales, tecnológicos, técnicos, organizativos, económicos de las minas sin dejar de tener en cuenta las premisas para la intensificación de la utilización del equipamiento en la operación.

Los problemas de elevar la utilización del transporte automotor en la mina consisten en:

- ✓ Estabilidad de la operación a lo largo del turno.
- ✓ Utilización de la máxima capacidad de carga de los medios de transporte.
- ✓ Régimen de trabajo racional por turno.
- ✓ Buen estado de las vías de transporte.
- ✓ Buen servicio de mantenimiento y reparación del equipamiento.

Conclusiones del capítulo.

-El estudio de diferentes autores que hacen referencia a una parte del procedimiento de cálculo permitió conocer que solo se describen las productividades de los equipos y no tienen en cuenta los demás factores que son importantes a la hora de la explotación de los equipos para lograr una producción con mayor ganancia y pérdidas menores.

Con el análisis de los trabajos propuestos por los diferentes autores, tanto extranjeros como nacionales permitió conocer que no se ha considerado la necesidad de un procedimiento para la elección del transporte automotor, así como para la determinación de sus parámetros fundamentales.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Breve descripción socio-económica de la provincia de Camagüey

La economía de la región se basa fundamentalmente en el turismo, la biotecnología, el cultivo de la caña de azúcar y su procesamiento, la ganadería y los cultivos menores. Los núcleos de población más importantes son la capital de la provincia y los poblados de Minas y Altagracia. A sólo 7 kilómetros del centro de la ciudad de Camagüey, está ubicado el Aeropuerto Internacional "Ignacio Agramonte", con una capacidad de operación de 600 pasajeros por hora y más al norte en el municipio Nuevitas se encuentra el Puerto de Nuevitas con la mayor capacidad de almacenaje techada del país para carga general. Los terrenos que ocupan los depósitos son de propiedad estatal y la vegetación predominante es el marabú, aunque en la actualidad se están demoliendo para la siembra de cultivos menores, en el marco del desarrollo de la agricultura sub-urbana. Existen además plantaciones de cultivos menores y frutales. La electricidad como fuente energética llega hasta las inmediaciones de la concesión minera.

Geología de la regional.

En la provincia de Camagüey las principales Unidades Geológicas que se manifiestan son el Margen continental de la Plataforma de las Bahamas, el Complejo Ofiolítico, la Asociación Vulcano – plutónica del Arco Insular y las Asociaciones Sedimentarias más recientes.

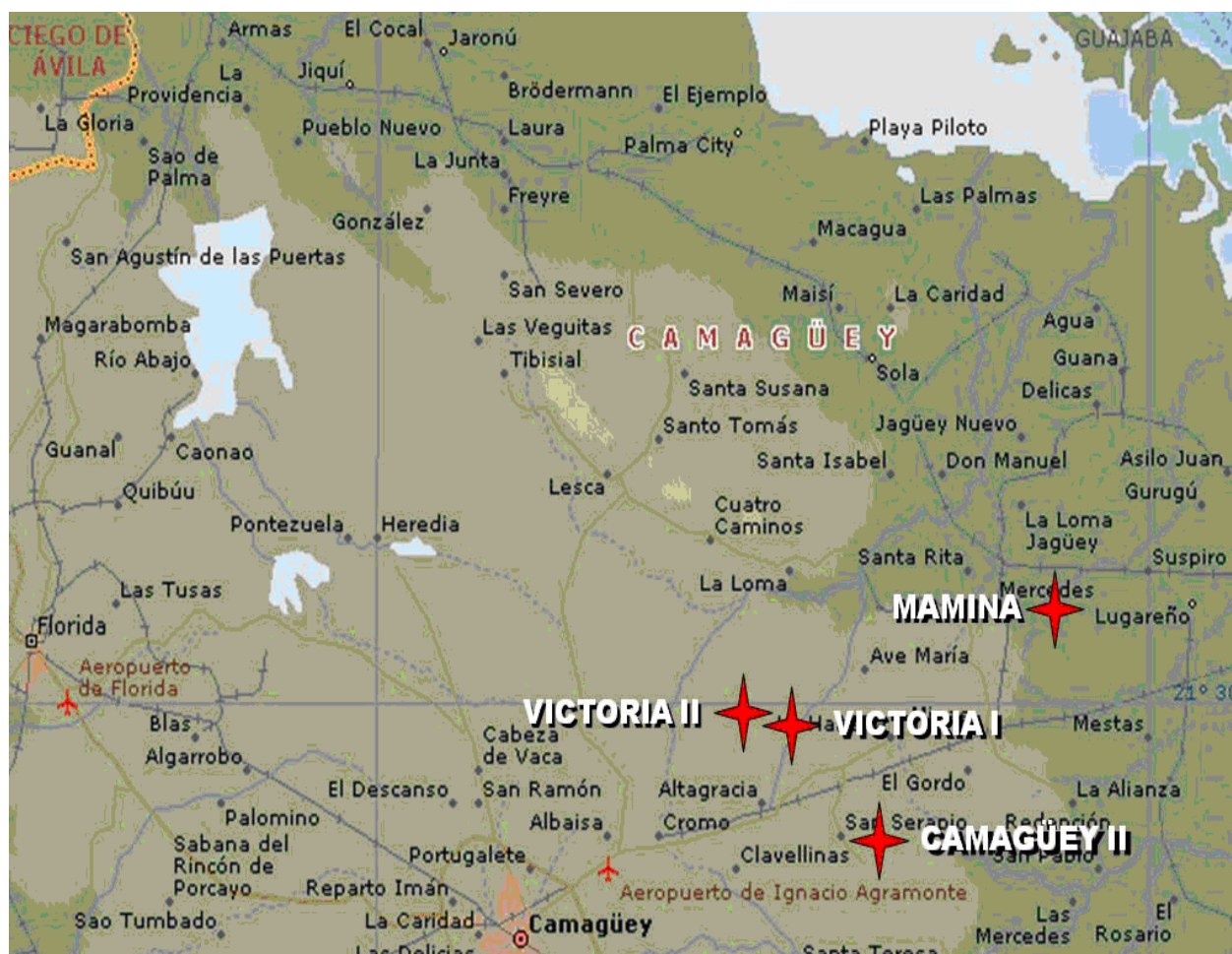
El Margen Meridional de la Plataforma de Bahamas como parte de la placa norteamericana está caracterizado por un desarrollo marino (calizas, dolomitas, micritas). Esta unidad contiene también las Formaciones del Margen Continental, primordialmente aparecen vulcanitas y sedimentos vulcanógenos (Zona "Placetas").

El Complejo Ofiolítico representa la corteza oceánica nueva de un mar marginal que fue abducido sobre el Margen Continental. En esta Unidad predominan las ultrabasitas serpentinizadas y gabros cumulativos, subordinadamente están desarrollados los Diques y las rocas Efusivo–Sedimentarias. La tercera Unidad principal es la Asociación del Arco Insular con su magmatismo vulcanógeno- plutónico del Cretácico Inferior hasta el Campaniano. Las Unidades sedimentarias más jóvenes a partir del Maestrichtiano hasta el Neógeno forman la cobertura sedimentaria sobre todas las Asociaciones anteriores mencionadas. Tomado del

Informe Final de la Búsqueda Detallada de Cromita (1983-1987) en 20 kilómetros cuadrados.1989. O.N.R.M. No. de Inventario 3731.

Ubicación geográfica del yacimiento.

El yacimiento Victoria I se ubica al Noreste de la ciudad de Camagüey, a 7 kilómetros al NNE de Altigracia. El área ocupa 3.25 Ha, con buena accesibilidad hasta el área de los trabajos, accediendo a la misma a través de la carretera a Nuevitas, contiguo a este yacimiento, hacia NW, se encuentra la mina "Victoria" la cual fue explotada en el período pre revolucionario y se encuentra abandonada.



Características geológicas del yacimiento.

El yacimiento está vinculado con el nivel cumulativo del complejo ofiolítico. Los yacimientos y manifestaciones asociados a este nivel se relacionan con el contacto subyacente de los gabros cumulativos y se encuentran preferentemente en dunitas serpentinizadas.

Las rocas encajantes del yacimiento están representadas por serpentinitas peridotíticas y duníticas. La serpentinita dunítica aparece, en su mayoría, bastante alterada de color pardo – moreno hasta amarillo verdoso. En raros casos de encontrarla más fresca tiene color verde oscuro, su textura es masiva, la estructura reticular. Parcialmente contiene diseminación de granos de cromita hasta 3 %, excepcionalmente hasta 10 % de tamaño menor de 2.0 mm. Todos los tipos de serpentinitas sufrieron alteraciones tectónicas, las cuales presentan forma foliar trituracional y hasta brechosa y milonítica.

El suelo está cubierto por rellenos antropógenos, por lo que no se pudo efectuar ningún mapeo geológico de la superficie. La distancia entre los perfiles varía entre 10 y 20 m. Los dos cuerpos minerales tienen un buzamiento hacia el SW. El mineral yace entre 76 y 5 metros sobre el nivel medio del mar. Según el conocimiento actual, el cuerpo mineral original era poliforme y fue partido por movimientos tectónicos. Aparte de las fallas, para el yacimiento tienen cierta importancia los diques de poco espesor y relativamente pequeños en su extensión, compuestos por gabros leucocráticos. El modelo geológico del yacimiento se puede explicar concretamente de la siguiente forma:

- El yacimiento posee dos cuerpos de cromita que constituyen partes de un mismo cuerpo original, destruido posteriormente por la tectónica.
- Existen varias fallas que atraviesan los cuerpos minerales, dividiéndolos en bloques y causando el empobrecimiento de algunas partes. El mineral de baja ley se asocia a las zonas de fallas.
- Los elementos tectónicos principales fueron comprobados por los pozos complementarios.

Tectónica

El yacimiento Victoria-1 presenta una constitución interna compleja provocada por la tectónica. La falla principal del yacimiento tiene rumbo NW. El buzamiento de la falla es variable. El rumbo por el buzamiento es hacia el SW. En el perfil 9⁰ tiene 45⁰ grados de inclinación,

manteniéndose igual en el perfil 10, pero con una potencia mayor, mientras que en el perfil 12 parece deslizarse por el colgante del cuerpo No.2.

En el perfil 16 mantiene un ángulo de 45 grados. Obviamente, esta falla es la que efectuó la división principal del cuerpo original en dos partes. Hay otras fracturas de significado secundario, que pasan por el mineral o por sus alrededores. Al pasar por el mineral, las fallas causan el efecto de la milonitización y pulverización del mineral.

Características de las rocas encajantes

Las rocas encajantes del yacimiento están representadas por serpentinitas peridotíticas y duníticas. La camisa de dunitas del cuerpo mineral, como tal, no se pudo detectar. Parece que ella, originalmente existía, pero por causa de los movimientos tectónicos, parcialmente fue desplazada del cuerpo. En algunos lugares, todavía existe, pero en forma de relictos.

La Serpentinita dunítica aparece, en su mayoría, bastante alterada de color pardo–moreno hasta amarillo verdoso. En raros casos de encontrarla más fresca, tiene color verde oscuro, su textura es masiva, la estructura reticular. Parcialmente contiene diseminación de granos de cromita hasta 3 %, excepcionalmente hasta 10 % de tamaño menor de 2 mm.

La Serpentinita peridotítica está caracterizada por lherzolita y en menor grado por harzburgita. El alto grado de serpentinización hace difícil la correcta distinción entre ellas, en primer plano macroscópicamente. También la serpentinita peridotítica es menos frecuente que la dunítica.

Las texturas originalmente son masivas. Como estructuras aparecen la panidiomórfica, panidiomórfica- relíctica y reticular. Escasamente se observan transiciones entre los diferentes tipos de serpentinitas. Todos los tipos de serpentinitas sufrieron alteraciones tectónicas, las cuales presentan forma foliar, trituración y hasta brechosa y milonítica. En esos casos, como regla, se hace imposible la determinación del tipo de serpentinita original.

Características de la zona mineral

El mineral es masivo, compacto, de grano medio. Estos son de forma irregular. Los nódulos o la textura piel de leopardo no se observan. En estado fresco el mineral es negro hasta negro pardusca. En la cercanía a la superficie obtiene el color pardo negruzco. Normalmente el mineral carece de susceptibilidad magnética. Su densidad varía entre 3.5 y 4.0 g/cm³.

En caso de ser afectada por fallas, el mineral cambia sus características, obtiene aspecto de polvo negro y generalmente las muestras tomadas en estos intervalos arrojan menores contenidos de Cr_2O_3 que los de cromita masiva. Aquí tiene lugar, al parecer, el desgaste selectivo del testigo de perforación, lo que produce el efecto del empobrecimiento artificial de la muestra.

La profundización del conocimiento geológico del yacimiento Victoria-1 obtenida por la perforación de 4 pozos complementarios no introdujo cambios sustanciales en las condiciones de yacencia. Los rasgos principales de los cuerpos minerales se conservaron.

Composición química del mineral

Los contenidos por pozos aparecen en las tablas de los anexos textuales del Informe referido.

El contenido promedio para el yacimiento es:

Cr_2O_3 29.18 %

SiO_2 6.57 %

Al_2O_3 26.94 %

CaO 0.96 %

Características cualitativas del mineral

El contenido promedio para el yacimiento es:

Cr_2O_328,80%

FeO 10,70 %

SiO_2 7,06 %

MgO 19,10 %

Al_2O_3 26,20 %

CaO1,25 %

Composición mineralógica

El objetivo de estos trabajos consistió en estudiar, en primer lugar, la composición mineralógica de las menas y sus características textura - estructurales, así como la distribución de estas en los cuerpos minerales. En segundo lugar, estudiar a escala de laboratorio la beneficiabilidad de las menas con vistas a las posibilidades de su uso en la industria.

Se realizó un muestreo de los restos de los pozos perforados en la etapa anterior, que conllevó a la toma de una muestra tecnológica de 96 kilogramos formada por muestras individuales, tomadas en 8 pozos de manera tal de poder caracterizar los cuerpos cromíferos y sus rocas de caja. Se muestreó la roca supra e infrayacente y del mineral se tomó de cada parte, cuyo aspecto textural resultaba diferente.

De las muestras tomadas se mandaron a realizar 24 secciones pulidas, 11 secciones delgadas, 11 análisis mineralógicos, 4 análisis químicos del mineral y monofracción (se contó con los resultados químicos-parciales), 25 espectrales y 12 rayos X. Para caracterizar la mineralización, desde el punto de vista mineralógico, solamente se contó con los resultados de las secciones pulidas y delgadas.

En el sector se cuenta con 2 cuerpos de forma lenticular de mineralización cromítica, los cuales a pesar de presentar un aspecto textural masivo, de forma microscópica el mineral se observa muy triturado y cataclastizado. Eso se evidencia para algunas partes que se excluyen del cálculo de reservas (pozo 92/48-52 metros; pozo 82/63.8-70 metros; pozo 90/35-42 metros). Sin embargo, al analizar escasos fragmentos tomados, no se observan diferencias en las menas, tanto en su composición como en sus aspectos textura - estructurales, por lo que se supone que su comportamiento diferente al resto de los intervalos meníferos, sea debido a la redistribución del testigo durante la perforación. Los cuerpos minerales presentan además, intercalaciones de estéril con diseminaciones de sulfuros y magnetita (pozo 90/23-26.10 metros; 28-33 metros; pozo 32/34-38 metros).

La mineralización es cromopicotítica predominantemente, con menos frecuencia aparece con la cromopicotita, herzinita (pozo 95/22.30-23.60 metros), ésta última con contenidos tan bajos que su interés es sólo mineralógico. También aparecen diseminaciones de pentlandita, melnicovita- pirita, magnetita, millerita, calcopirita- bornita, platinoides. Todos estos en conjunto no alcanzan el 1 %. Los no metálicos están representados por olivino serpentizado, piroxeno (enstatita), crisotilo, antigorita, serpofita y clorita.

Por sus condiciones textura - estructurales semejantes, así como por su composición sustancial se permite suponer la existencia de un solo cuerpo original y que su forma actual se debe a posibles desplazamientos tectónicos posteriores a la mineralización.

El Cálculo de Reservas del yacimiento Victoria-1 aprobado en 1990 por la ONRM (Organización Nacional de Recursos Minerales) en el Informe Final de la Exploración, es lógicamente, el más actual, el mismo está fundamentado por los resultados de los pozos perforados anteriormente e incluye los resultados de los 4 pozos complementarios. En su

variante definitiva fue concluido en diciembre de 1989 y se estimaron recursos en categoría $C_1 + C_2$.

En la actualidad de acuerdo a la clasificación de los recursos y reservas de minerales útiles sólidos se trata de recursos en las categorías, medidos e indicados, pero teniendo en cuenta que se han considerado criterios tecnológicos, legales, económicos, medioambientales, sociales, gubernamentales y solo faltan por considerar los criterios mineros, establecemos una relación directa entre los recursos medidos y las reservas probadas así como entre los indicados y las reservas probables. Anteriormente no se realizaron estudios técnico-económicos.

El mencionado cálculo de reservas se realizó por el método de los perfiles paralelos. El cálculo de las áreas de los cuerpos minerales en los perfiles se realizó con el planímetro, midiéndolas cinco veces y sacando su valor promedio. Las áreas se calcularon con el planímetro. Las áreas de los cuerpos minerales en las secciones geológicas fueron determinadas mediante un planímetro tipo Zeiss robotron precisión de la RDA.

Características hidrogeológicas

Los últimos trabajos realizados en el yacimiento Victoria-1 fueron concebidos para el estadio de exploración detallada.

Para la valoración hidrogeológica del yacimiento se tomaron en cuenta los resultados de los 4 pozos perforados durante la exploración: V-988-1, V-988-2, V-988-3 y V-988-4.

El bombeo se realizó en el pozo V-988-2 que tiene cota de 77.04 m y profundidad final de 90.10 m. Este pozo atravesó el cuerpo mineral así como las rocas supra yacentes e infra yacentes y se determinó que con un bombeo se podía solucionar el cálculo de los parámetros hidrogeológicos, teniendo en cuenta los cubeteos realizados en los pozos CR-4-90 BDV y CR-4-80 BDV que ofrecieron datos orientativos del área de trabajo.

A continuación se exponen los parámetros hidrogeológicos obtenidos.

Tabla 4. Parámetros hidrogeológicos

<i>Pozo</i>	<i>Nivel</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Abatimiento (m)</i>	<i>Gasto (l/s)</i>	<i>Coeficiente de Filtración (m/día)</i>	<i>Transmisibili- dad (m²/día)</i>	<i>Gasto Específico (L/seg.)</i>
V-988-2	9.80	90.10	40.20	0.11	0.001	--	0.002
CR-4-90	7.67	60.00	4.88	0.95	0.08	4.29	0.175
CR-4-80	8.70	65.50	37.90	0.78	0.01	0.61	0.018

Estos resultados caracterizan la secuencia litológica de las rocas ultrabásicas compuestas por peridotitas y dunitas serpentinizadas, gabro y cromita, las cuales están tectónizadas.

Las precipitaciones máximas mensuales se producen en los meses de mayo-septiembre, trayendo como consecuencia el ascenso de los niveles, mientras que las mínimas ocurren dentro del período noviembre-marzo, observándose cambios en el nivel del agua de los pozos, provocados por el drenaje natural de las aguas.

Las afluencias de aguas superficiales producto de las precipitaciones van a incidir al explotar el yacimiento a cielo abierto. Por eso se proyecta el cálculo de la afluencia total a la cantera. Anteriormente, la afluencia hacia la cantera arrojó valores bajos, lo que indica la poca acuosidad de las rocas y da a entender que las aguas provienen de los elementos tectónicos. Orientativamente se puede señalar que se observa un movimiento de las aguas en dirección W-E que se corresponde con la geomorfología del terreno. El agua es de tipo hidrocarbonatada-clorurada-cálcica-sódica. No se han registrado inundaciones en el lugar.

Características morfológicas

Los 2 cuerpos minerales que conforman el yacimiento tienen forma de lentes con buzamiento hacia el SW (donde está el gabro) con ángulos entre 40 y 60°. El mineral yace entre 76 y 5 metros sobre el nivel medio del mar. Según el conocimiento actual, el cuerpo mineral original era poliforme y fue partido por movimientos tectónicos. Aparte de las fallas, para el yacimiento tienen cierta importancia los diques de poco espesor y relativamente pequeños en su extensión, compuestos por gabros leucocráticos.

El modelo geológico del yacimiento se puede explicar concretamente de la siguiente forma:

- El yacimiento posee dos cuerpos de cromita que constituyen partes de un mismo cuerpo original, destruido posteriormente por la tectónica.
- Existen varias fallas que atraviesan los cuerpos minerales, dividiéndolos en bloques y causando el empobrecimiento de algunas partes. El mineral de baja ley se asocia a las zonas de falla.
- Hasta el momento no se puede apreciar el efecto del posible desgaste selectivo que debe aumentar en las zonas trituradas, dando lugar a un empobrecimiento artificial.
- Los elementos tectónicos principales fueron comprobados por los pozos complementarios.

Propiedades físico-mecánicas del mineral y la roca de caja

El estudio ingeniero - geológico realizado se basó en la toma de muestras monolíticas de los pozos V-988-1, V-988-2 y V- 988-3.

En el informe del CIPIMM se recibieron 59 resultados de propiedades físico - mecánicas. Los resultados se agruparon por tipos de rocas para su valoración estadística donde se presentaron dificultades, ya que varios parámetros, tales como varianza (v), media cuadrática (s), valor promedio (x) se requieren como mínimo 6 valores para cada ensayo. Al agrupar los valores, se llegó la conclusión de que sólo el ensayo de Protodiakonov es el que cumple con mayor rigurosidad para la valoración estadística.

Producto de la dispersión de las muestras tomadas en los diferentes pozos perforados, se observa una gran variabilidad de los resultados o parámetros de la clasificación. Ya se señaló que esta dispersión está dada por el grado de alteración tectónico de las rocas.

Los cuerpos minerales yacen en un macizo serpentinitico compuesto por peridotitas y dunitas que están atravesadas por pequeños diques de gabros. Según los resultados obtenidos por Protodiakonov (coeficiente de fortaleza), los gabros están comprendidos en el rango de las rocas algo débiles y esto es producto de la alteración de los diques de dicha roca. No ocurre así con las serpentinitas que se comportan como rocas fuertes y el mineral que presenta fortaleza media.

En las canteras de cromo explotadas anteriormente, se observa gran estabilidad de las rocas en las paredes de las mismas, lo que sucede también en la cantera que se encuentra a pocos metros de los cuerpos minerales estudiados. A continuación se exponen los resultados de las propiedades físico-mecánicas del yacimiento Victoria-1:

Tabla 5. Propiedades físico-mecánicas.

Parámetros	U/M	Gabro	Serpentinita	Cromita
Peso volumétrico	g/cm ³	2.59	2.36	3.69
Humedad absoluta	%	0.65	1.13	0.26
Humedad relativa	%	0.64	1.13	0.26
Peso específico	g/cm ³	--	2.61	3.44
Resistencia a la compresión seca	MPa	--	71.27	--
Resistencia a la compresión saturada	MPa	16.41	40.49	--
Coeficiente de ablandamiento (Ka)	Adim.	--	0.55	--
Coeficiente de fortaleza por Protodiakonov (FKp)	Adim.	1.67	6.83	4.28
Resistencia a la tracción	MPa	3.19	3.65	2.02
Cohesión	MPa	--	12.61-39.05	10.38
Fricción interna	°	--	11.80-34.20	38.40
Velocidad ultrasónica	Km/s	5.17	5.47	6.95

Los valores del peso volumétrico utilizados para la valoración de los recursos se tomaron del informe de la búsqueda detallada donde se realizó un estudio de densitometría para la cromita de Victoria-1 a 17 muestras y se obtuvo como resultado un peso volumétrico promedio de 3,69 t/m³.¹

¹ Para la realización de este trabajo se partió de los informes: “Informe final de la Exploración en el yacimiento de cromita. Victoria-1” y el “Informe Final de la Búsqueda Detallada de cromita (1983-1987) en 20 Km²”, suministrado por la empresa Geominera de Camagüey.

CAPÍTULO 3: ELECCIÓN Y CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL EQUIPAMIENTO DE TRANSPORTE AUTOMOTOR.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos en nuestro país el transporte automotor ha recibido una difusión lo suficientemente amplia. Según el volumen del traslado de las cargas supera al transporte ferroviario. Sobre todo él se utiliza ampliamente en las minas que extraen menas lateríticas, de los metales no ferrosos materias primas minero-químicas y para materiales de la construcción. Las causas de la difusión del transporte automotor, son su gran maniobrabilidad, capacidad de trabajo con carga en vías con pendientes comparativamente altas hasta 5%, sin carga hasta 12%. Este transporte es el más aplicado en la extracción selectiva del mineral útil en comparación con otros tipos de transporte de cantera. Por el autotransporte se puede trasladar cargas con cualesquiera propiedades físico-mecánicas y distintos tamaños. A causas de sus pequeños radios de su curvaturas y comparativamente, áreas no grandes para las operaciones de maniobras del autotransporte alrededor de las excavadoras, significativamente se disminuyen los gastos en la preparación de la mina para la explotación.

Una vez conocido el volumen y la calidad de las reservas minerales existentes en un yacimiento y que este se encuentre listo para su explotación, es necesario enfrentarse a una nueva e importante tarea: extraer el volumen total de las reservas, incurriendo en el menor tiempo, con el mínimo gasto y el menor volumen de pérdidas.

El transporte del mineral es un elemento de gran importancia en el flujo tecnológico de cualquier empresa minera. La elección y el cálculo, adecuado puede traer grandes ganancias.

Régimen de trabajo y organización general de las labores mineras para la explotación de yacimiento

Para realizar la explotación del yacimiento Victoria-1 se planifica realizar un régimen de trabajo de 2 turnos de 10 horas cada uno; el primero de 8:00 am a 6:00 pm y el segundo de 10:00 pm a 8:00 am, deteniendo las labores en el horario de 6:00 a 10:00 pm, que coinciden con el horario pico, para contribuir de esta forma con el ahorro energético. Se trabajará de lunes a sábado con descanso los domingos.

Cálculo de la cantidad de días de trabajo al año.

$Dta = Da - DII - Di - Df - Ddom.$

$Dta = 285$ días.

Donde:

(Datos suministrado por la dirección de la mina).

Da -Total de días del año 365.

DII -Días de afectación por lluvia 15.

Di -Días perdidos por otros imprevistos 10.

Df -Días feriados 5.

$Ddom$ -Días no laborables 48.

Parámetros principales de la cantera.

La profundidad final de la cantera es de 60.0 m, desde la cota inicial + 70.00 m hasta la final+10m.

Dimensiones longitudinal y transversal.

Estas dimensiones son definidas mediante el diseño final operativo de la cantera, que considera los diferentes parámetros de diseño. Las dimensiones máximas aproximadas para la cantera son:

- Longitud (por el rumbo) 145.97 m.
- Ancho (perpendicular al rumbo) 127.21 m.

Dimensiones del fondo.

Las dimensiones de la cantera por el fondo fueron determinadas en base al equipamiento a utilizar. Se determinó la profundidad óptima para la extracción y se procedió a definir la dimensión que garantice la operación óptima y de seguridad del equipamiento de acarreo del mineral.

Del diseño final de la mina se obtuvieron las siguientes dimensiones para el fondo:

- Ancho 24.2 m
- Largo 51.30 m

Ventajas del transporte automotor

1. Posibilidad de vencer grandes pendientes
2. Posibilidad de maniobrar en un radio pequeño
3. Posibilidad de transportar cargas de diferentes tipos
4. Posibilidad de aumentar la productividad de los equipos de carga transporte desde un 15% a un 20 %
5. Puede disminuir el plazo de construcción y de explotación de la cantera
6. Poca complejidad en las operaciones

Desventajas del transporte automotor

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

Elección del transporte a utilizar el acarreo de la masa minera.

En la formación de la estructura de la mecanización con la utilización de los cargadores frontales y transporte automotor en primer lugar se resuelve el problema de la combinación de los parámetros fundamentales de la excavadoras y de los camiones bajo los cuales se comprende la elección de la correlación mutua de la capacidad de la cuchara del cargador frontal E y de la volqueta del camión V.

El campo de la combinación racional entre V y E se encuentra en los límites de los valores más ventajosos de 3 a 5 en distancias de transportación no grandes de 0,8 a 1,2 km, (Bernal, 2013), según ese mismo material en la tabla 2,5 para distancia de transportación de 0,8 Km se recomiendan las combinaciones racionales entre la capacidad de la cuchara para condiciones de cargas medias y sencillas y capacidad de la volqueta de los camiones, de esta tabla se elige para el transporte de la masa minera los modelos de camión volvo A35D y A40D ya que

estos modelos de transporte cumplen con la relación de la capacidad de la cuchara con la capacidad de la cama del camión, lo que será comprobado más adelante.

Parámetros fundamentales del camión Volvo A35D

Capacidad de carga

A35D: 32.5 t = 32 500 kg

Volumen de caja, colmada

A35D: 20.0m³

Motor Volvo: diesel de gran rendimiento y bajas emisiones, con mando electrónico, turboalimentado, inyección directa y enfriamiento de aire de admisión.

Fórmula de rueda: 6x4 o 6x6 seleccionable en marcha.

Potencia del motor

A35D: SAE J1995, Bruto 289 kw (393hp)

Frenos

A35D: sistemas de frenos de discos hidráulicos. Dos circuitos.

Freno motor VEB (Volvo Engine Brake) con freno de compresión y escape.

Marca, modelo:

A35D----- volvo D₁₂C ABE

Parámetros fundamentales del camión Volvo A40D

Capacidad de carga

A40D: 37.0t ---- 37 000kg

Volumen de caja, colmada

A40D: 22.5m³

Potencia del motor

A40D: SAE J1349, Neta 285 kw (388hp)

Frenos

A40D: sistemas de frenos de discos hidráulicos con discos múltiples.

Freno motor VEB (Volvo Engine Brake) con freno de compresión y escape.

Marca, modelo:

A40D----- volvo D₁₂C AAE

El tonelaje calculado de mineral en el yacimiento

Nmp =168 189 t (dato suministrado por la dirección de la mina).

El tonelaje calculado de estéril en el yacimiento

$Nep = 1\,189\,764\text{ t}$ (dato suministrado por la dirección de la mina).

Total de masa minera en los contornos de la cantera

$$V_a - (1\,357\,953\text{ t}) = (364\,009\text{ m}^3)$$

Determinación de la capacidad real de la cuchara del cargador

$$E_{\text{real.c}} = E * K_{II} \quad (\text{paso 1})$$

$$E_{\text{real.c}} = 4 * 0.9$$

$$E_{\text{real.c}} = 3.6\text{ m}^3.$$

Comprobación de la relación de la capacidad de la cama del camión con respecto a la de la cuchara del cargador

Comprobación del modelo del camión A35D

$$n = V/E$$

$$n = 5$$

E - Capacidad de la cuchara del cargador, $4 * 1.1 = 4.4\text{ m}^3$

V- es la capacidad del camión 20 m^3 .

Este camión cumple con la relación

Comprobación de la capacidad de carga, se limitara a 3 cucharas por camión.

$$13.2 * 3.69 = 48.70\text{ t}$$

Este tiene una capacidad de carga de 32 t, pero tiene una reserva de 30% que equivalen a 9.6 t más para un total de 41.6 t que es inferior a la requerida por lo que se rechaza.

Comprobación del modelo del camión A40D

$$n = V/E$$

$$n = 5$$

E - Capacidad de la cuchara del cargador, $4 * 1.1 = 4.4\text{ m}^3$

V- es la capacidad del camión 22.5 m^3 .

Este camión cumple con la relación

Comprobación de la capacidad de carga, la carga del camión se limitara a 3 cucharas por unidad.

$$13.2 * 3.69 = 48.70\text{ t}$$

Este tiene una capacidad de carga de 37 t, pero tiene una reserva de 30% que equivalen a 11.1 t más para un total de 48.1 t que es aproximada a la requerida por lo que se elige este modelo.

Determinación de la velocidad del movimiento

Factor dinámico

Movimiento uniforme en el sector rectilíneo de la vía cuando $j=0$ $W_c=0$

En este caso se tiene un camino de tierra aplanada.

$$D = W_0 \pm i + W_c \pm j \quad (\text{Paso 3})$$

$$D = W_0 \pm i$$

$$D = 80 + 5 = 85 \text{ N/kN}$$

Donde

i- es la pendiente a vencer por el camión 5%

j- es la inercia en el viaje

W_c -es la resistencia que ofrecen las curvas en el viaje

W_0 - es la resistencia específica fundamental del movimiento

Según las características dinámicas al valor dado le corresponde la velocidad del movimiento de 25 km/h.

Tabla No1 Determinación de la resistencia específica fundamental del movimiento

Tipo de camino	Tipo de recubrimiento del camino	Resistencia específica fundamental N/kN
Principales, de apertura	De hormigón, de hormigón asfáltico, alquitranado, de adoquines,	15-20
	De gravas	20-25
	De cascajo	30-45
	De tierra aplanado	50-80
	De tierra no aplanado	250-300
De frente	De tierra aplanado	Hasta 150
De escombrera	De tierra aplanado	Hasta 150
De frente	De tierra no aplanado	250-300

En el movimiento según los sectores curvilíneos de la vía.

Se debe considerar la necesidad de disminuir la velocidad hasta el valor V_s (km/h), segura según la condición de deslizamiento del automóvil

$$v_s = 3,6\sqrt{gR(f_d \pm i_v)} \quad (\text{Paso 4})$$

$$v_s = 37 \text{ km/h}$$

Donde

R- es el radio de giro 40, m; $f_d=0,30$ —es el coeficiente de desplazamiento lateral; $i_v=0,02$ —es la pendiente transversal del viraje, q- es la capacidad de carga del autotransporte 10 m^3 , que es obtenida por la densidad del mineral. g-es la fuerza de gravedad.

El tiempo de carga del cargador

Se determina por las relaciones dadas

$$\gamma_m > \frac{q}{v} \text{ O } \gamma_m < \frac{q}{v}$$

Donde

t_c - es el tiempo de carga se determina por la capacidad geométrica de carga de la la cama (v).

$$\gamma_m > \frac{48.1}{13.2} = 1.6 \text{ t/m}^3 \quad 3.69 \text{ t/m}^3 > 3.64 \text{ t/m}^3$$

Por lo que el tiempo carga se realiza por la ecuación (2).

$$1) \quad t_c = \frac{v}{E_{t.e.v}} = \frac{v}{E.k_{ll}} t_c, \quad \gamma_m < \frac{q}{v} \quad (\text{Paso 5})$$

$$2) \quad t_c = \frac{60q}{E_{t.e.m}} = \frac{qk_e}{E.k_{ll}\gamma} t \quad \gamma_m > \frac{q}{v}$$

$$t_c = \frac{48.1*1.35}{3.6*1.1*3.69} * 1 = 4.4 \text{ min}$$

Donde

E-es la capacidad de la cuchara del cargador 3.6 m^3 .

K_{ll} -es el coeficiente de llenado 1.1

γ -es la densidad del macizo 3.69 t/m^3 .

K_e -coeficiente de esponjamiento 1.35

t –es el tiempo de ciclo del cargador.

El tiempo de recorrido en todos los sectores de la taza, cargados y vacíos.

$$t_{mov} = 60 \left(\frac{L_{fs.c}}{v_{fs.c}} + \frac{L_{Tr.c}}{v_{Tr.c}} + \frac{L_{cc.}}{v_{c.c}} + \frac{L_{escom.c}}{v_{escom.c}} \right) + \left(\frac{L_{esc.v}}{v_{esc.v}} + \frac{L_{Tr.v}}{v_{Tr.v}} + \frac{L_{c.v.}}{v_{c.v.}} + \frac{L_{escom.v}}{v_{escom.v}} \right) = 60 \left(\frac{0,051}{25} + \frac{0,336}{25} + \frac{0,424}{30} \right) +$$

$$60 \left(\frac{0,051}{28} + \frac{0,336}{30} + \frac{0,424}{45} \right) = 3.8 \text{ min} \quad (\text{Paso 6})$$

$$t_{mov} = 3.8 \text{ min}$$

Donde

L_{fs} –distancia del frente 51 m.

$L_{tr.c}$ -distancia de la trinchera 336 m.

L_c -distancia del camino del bordo superior de la mina hasta la planta 424,79m.

L_{escomc} -distancia del frente hasta la escombrera 400 m.

v_{ft} -velocidad de recorrido en el frente cargado y vacío.

$v_{Tr.c}$ -Velocidad de recorrido en la trinchera cargado y vacío.

v_c - Velocidad de recorrido desde el bordo superior hasta la planta cargado y vacío.

V_{escom} -velocidad de recorrido cargado y vacío en el tramo de la escombrera.

El tiempo del viaje del automóvil.

$$T_v = t_c + t_d + t_{mc} + t_{mv} + t_{man}. \quad (\text{Paso 7})$$

$$T_v = 4.4 + 1 + 2 + 1.5 + 3.8$$

$$T_v = 12.7 \text{ min}$$

Donde

T_c –tiempo de carga.

T_d –tiempo de descarga.

T_{mv} -Tiempo de maniobra vacío.

T_{mc} -Tiempo de maniobra cargado.

T_{mam} -tiempo de movimiento en todos los sectores del recorrido de los camiones cargados y vacíos.

Cálculo de la cantidad de viajes del camión.

$$N_v = \frac{T_T - T_{OP} - T_{NP}}{T_v} \quad (\text{Paso 8})$$
$$N_v = \frac{10 - 0.5 - 1.5}{0.21} = 38 \text{ viajes}$$

Donde

T_T : Tiempo de turno; 10 h

T_{OP} : Tiempo para realizar las operaciones preparatorias y finales; 30 min =0.5 h

T_{NP} : Tiempo de descanso y necesidades personales; 1.5 h

T_v = tiempo de viaje del camión; 12.7 min =0.21 h

Productividad técnica del camión.

$$Q_{T.T} = q k_{UC} \frac{T_t}{T_v} \quad (\text{Paso 9})$$

$$Q_{T.T} = 294.7 \text{ m}^3/\text{turno}$$

Donde

T_t – es la duración del turno teniendo en cuenta la pérdida de tiempo en las necesidades personales y otros, 8 h.

T_v – es el tiempo del viaje, sin tener cuenta el tiempo de espera, 0.21 h.

Donde

$$k_{cc} = \frac{q_r}{q}, =0.58$$

Donde

q –capacidad de carga *del* camión 22.5 m³.

q_r -capacidad de carga real del camión 13.2 m³.

La productividad de explotación del camión.

Teniendo en cuenta la pérdida de tiempo en todos los tiempos improductivos no tecnológico ($k_{to}=0,7$) se determina según la fórmula.

$$Q_{med.E} = Q_{T.T} k_{to} = 294,7 * 0.8 = 235.4 m^3 / turno \quad (Paso 10)$$

Productividad diaria

$$Q_d = Q_{med.E} * N_t \quad (Paso 11)$$

$$Q_d = 235.4 * 2$$

$$Q_d = 470.8 m^3 / día.$$

N_t -es la cantidad de turnos en la jornada de trabajo 2.

Productividad anual

$$Q_a = Q_d * D_{ta} \quad (Paso 12)$$

$$Q_a = 470.8 * 285$$

$$Q_a = 134\,188 m^3 / año$$

D_{ta} -días de trabajo al año 285 días.

De la productividad obtenida en la cantera solo se procesaran 90 000 m³/año por la capacidad de la planta de beneficio lo cual constituye a la creación de un depósito de mineral para su elaboración posterior.

La cantidad de camiones servidos por una excavadora

$$N = \frac{V_a}{Q_a} \quad N = \frac{364\,008.94}{134\,188} \quad N = 2.4 \approx 2 \text{ camiones.} \quad (Paso 13)$$

Donde

Q_a -es la productividad de un camión.

V_a -es el volumen de masa minera a mover.

El parque de inventario de automóviles

El parque de inventario de automóviles es igual que el de trabajo.

$$N_{inv} = N / k_{u.p.}$$

$$N_{inv} = 2 / 0.92$$

$$N_{inv} = 2.17 = 2$$

Donde

$k_{u.p.}$ - es el coeficiente de utilización del parque 0.92.

N- es la cantidad de camiones.

La capacidad de tráfico de las sendas de la vía

La capacidad de tráfico de las sendas de la vía (automóviles por horas) en el movimiento en una dirección.

$$N_h = \frac{60}{k_i t_c} = \frac{1000v}{k_i L} \quad (\text{Paso 14})$$

$$N_h = \frac{25000}{1440} = 16$$

Donde

t_c – es el intervalo de tiempo entre autotransportes 8.3 min.

K_i – coeficiente de irregularidad del movimiento 0.95.

v – velocidad de cálculo del movimiento; 25 km/h.

L- intervalo entre los automóviles que se mueven uno tras otro, 1600 m.

La vía tiene la suficiente capacidad para que se realice la cantidad de viaje por hora necesario para alcanzar la productividad.

Gasto de combustible de maquina durante un viaje

$$G_c = 0.7 \left[(1 + 2 * K_t * L) \frac{W_o}{10^3} + \frac{H(1 + K_t)}{10^3} \right] q \quad (\text{Paso 15})$$

$$G_c = 5.6 \text{ L/viajes.}$$

Donde:

0.75 es el gasto de combustible diesel, t/joule.

K_t - es el coeficiente de tara del automóvil. 0.75.

L- es la longitud del camino a recorrer por el transporte, 0.8 km.

w_o -es la resistencia especifica fundamental al movimiento 80 N/kN.

H- es la profundidad de la cantera 60 m;

q- es la capacidad de carga del automóvil. 10 m^3 .

El valor que es obtenido G_c es necesario corregirlo, para ello se introducen los siguientes coeficientes

$$G_{real} = G_c \cdot k_i \cdot k_c \cdot k_m \cdot k_d \quad (\text{Paso 16})$$

$$G_{real} = 5.6 \cdot 1.1 \cdot 1.05 \cdot 1.05 \cdot 0.9$$

$$G_{real} = 5.8 \text{ L/km}$$

Donde

$K_i = 1,1-1,2$ es el coeficiente, que considera la elevación del gasto de combustible en el periodo de lluvia; $K_c = 1,05-1,06$ es el coeficiente que considera el gasto de complementario de combustible en la comprobación y corrección del automotor, $K_m = 1,05-1,1$, es el coeficiente que considera el gasto de combustible en las operaciones de maniobras; $k_d = 0.9$, coeficiente del gasto de combustible a causa del desgaste del automotor.

En la transportación de carga desde minas profundas (desde abajo hacia arriba) el trabajo según la transformación (k joule).

$$A = (q + k_T)(w_0 L + H)g + k_T(L - L_f)w_0 g \quad (\text{Paso 17})$$

$$A = (10 + 0.75)(80 \cdot 0.8 + 60)9.8 + 0.75(0.8 - 0.324)80 \cdot 9.8$$

$$A = 76102.288 \text{ K joule}$$

Donde q - es la capacidad de carga del auto transporte, t, k_T —es el coeficiente de tara de los camiones, t, w_0 – es la resistencia específica fundamental del movimiento, N/kn; L -es la distancia de transportación, km; h -* es la altura de ascenso de la carga, m; L_f – es la extensión de los sectores; en los cuales se ejecuta el frenado del automóvil, km.

Entonces el gasto de cálculo de combustible

$$E_c = A \frac{1}{q_{cc} n} \quad (\text{Paso 18})$$

$$E_c = 2.02 \text{ L/km}$$

Donde

$q_{cc} = 41868.103 \text{ joule/kg}$ —es el calor específico de la combustión del combustible diesel

$n = 0.9$ es el coeficiente de utilización del motor de combustión interna y de la transmisión

El tiempo de vida útil de la mina se determina por la fórmula siguiente:

$$T_{vu} = P / P_c; \text{ Años} \quad (\text{Paso 20})$$

$$T_{vu} = 364\,008.94 / 268\,367 = 1.4 \text{ Años.}$$

Donde: P: Reservas de material útil en la zona de explotación; 364 008.94 m³.

Pc: Productividad anual de la cantera; 268 367 m³/año.

La vida útil del yacimiento Victoria-1 hasta la etapa de investigación está estimada de 1 años y 4 meses.

Mantenimiento de los caminos mineros

En la construcción de un camino de transporte, la superficie está sometida a deformaciones por el constante paso de los vehículos de acarreo. Aunque el deterioro puede ser controlado en gran medida por el tipo de material empleado en la superficie, se deberá considerar un programa de mantenimiento de camino según la necesidad de seguridad y factores económicos.

Las canaletas laterales y desagües deberán ser inspeccionados en forma periódica y limpiadas para asegurar la ausencia de obstrucciones. Si no se limpian, las instalaciones de drenaje podrán rebalsarse en las épocas húmedas y causar erosión de la superficie de rodado o saturar los materiales de la sub-base. La brigada de mantenimiento equipadas con maquinarias livianas tales como motoniveladoras, palas y retroexcavadoras, deberán preocuparse en períodos predeterminados de inspeccionar que todas las líneas de drenaje estén libres de obstáculos.

Si los vehículos pesados usan en forma continua el mismo paso en sus respectivas vías de acarreo, la concentración de carga creará eventualmente zanjas o trochas. Para prevenir ésta condición, se deberá inculcar a los conductores el uso de áreas diferentes de la vía.

El derrame de material de vehículos sobrecargados es un problema significativo, si no se previene esta situación o si se permite la permanencia en la ruta de este material, existirá un traqueteo o saltos innecesarios. Por consiguiente, debe existir un consenso en el carguío para prevenir que el equipo sea colmado más allá del límite permisible.

CAPITULO 4: CÁLCULOS ECONÓMICOS DE LA EXPLOTACIÓN DEL TRANSPORTE, PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO EN LA MINA.

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realizaron los cálculos económicos para la transportación de la masa minera en la mina de cromo Victoria-1, también se plantean medidas para mitigar el impacto ambiental provocado por la minería.

Por eso se tiene en cuenta los gastos directos que se originan durante la transportación; así como los gastos surgidos por concepto de mantenimiento, combustible y los gastos indirectos incurridos durante la explotación de la mina.

Gastos directos que se originan durante las labores de explotación.

Los gastos directos que se originan durante la explotación del yacimiento de cromo Victoria-1 [G_d (explotación)], están constituidos por la suma de los gastos por concepto de salario [G_s (explotación)], los gastos por concepto de adquisición de los equipos [G_e (explotación)], los gastos por concepto de amortización de los camiones empleados durante esta explotación [G_a (explotación)], gastos por concepto de combustibles [G_c (explotación)] y Gastos por concepto de lubricante [G_l (explotación)].

Gasto por concepto de equipos

Tabla N-1. Gasto por concepto de equipos

Equipos	Cantidad de equipos	Precio de adquisición	Total del precio
Camión Volvo A40D	2	200 000	400 000
Total			400 000

Gasto por concepto de salarios

El gasto de salario incluye todos los gastos relacionados con el pago de la mano de obra necesaria para operaciones de transportación de la masa minera. No se hizo ninguna previsión para ausentismo, entrenamiento y tiempo extra.

Gasto por concepto de salario.

$$G_s = N_{tt} * S_m * T_t$$

$$G_s = 1 * 470 * 16$$

$$G_s = \$ 7520$$

Dónde:

N_{tt} = Número de trabajadores (4)

S_m = Salario mensual (\$470.00).

T_t = Tiempo de trabajo (16 meses)

Tabla N-2. Gasto por concepto de salarios [G_s (explotación)]

Puesto de trabajo	Cantidad	Salario mensual (\$/mes)	Tiempo de trabajo (meses)	Salario Total (\$)
Chofer de camión VolvoA40	4	470	16	15 040
Total				15 040

Gastos por concepto de depreciación de equipos.

Los costos originales de la adquisición de la propiedad son la base usual para determinar la depreciación de los equipos.

El valor residual es una estimación, hecha en el momento de la adquisición, del total de dinero que se puede obtener por la venta del activo al final de su vida útil, cada año que pasa este pierde el 20% de su valor inicial.

D_p =\$ 40 000

Dónde:

P_a = Precio de adquisición (\$) 200 000

V_u =Vida útil (5 años).

Tabla N`3 Gastos por concepto de depreciación de equipos [G_a (explotación)]

Equipos	Cantidad	Precio de adquisición (\$)	Vida útil (años)	Depreciación (\$/año)
Camión VolvoA40		200 000	5	40 000
Total	2			80 000

Gastos por concepto de consumo de combustible durante la explotación del yacimiento.

El consumo de combustible de un camión es calculado como el producto de la norma de consumo horaria de combustible por el total de horas de operación. Para el cálculo del costo total anual se multiplica este valor por el precio de un litro de combustible para obtener el total.

$$G_c (\text{explotación}) = C_h * T_h * P_l$$

$$G_c (\text{explotación}) = 21.28 * 7\,680 * 0.56$$

$$G_c (\text{explotación}) = \$ 91\,521$$

Dónde:

C_h = Consumo horario de un camión (21.28 l/hora)

T_h = Total de horas trabajadas (7 680 horas)

Solo se trabajan 10 horas por turno.

Se trabajan 285 días al año.

P_l = Precio de un litro (\$0.56)

Tabla N-4. Gastos por concepto de consumo de combustible [$G_c (\text{explotación})$]

Equipos	Cantidad	Consumo horario (l/hora)	Total de horas trabajadas (h)	Precio del Litro (\$)	Costo total (\$)
Camión VolvoA40	2	21.28	7 680	0.56	183 042
Total					183 042

Gastos por concepto de mantenimiento

El costo de mantenimiento cubre las partes y servicios para el mantenimiento regular, así como la reparación por roturas imprevistas. Estos gastos (G_m) se obtienen considerando la suma de los costos de mantenimiento por hora de operación, multiplicado por la cantidad de horas de operaciones de cada equipo planificadas durante el tiempo que se explotará.

Tabla N°5. Gastos por concepto de mantenimiento (G_m).

Equipos	Cantidad de equipos	Costo de mantenimiento por hora de operaciones (\$/hora)	Total de horas trabajadas(horas)	Costo total (\$/año)
Camión volvo A40	2	10,80	7 680	165 888
Total				165 888

Gastos por concepto de lubricante

El lubricante calculado es el 15.0 % del combustible.

Por lo tanto:

$$G_{l \text{ (explotación)}} = 0.15 * G_c \text{ (explotación)}$$

$$G_{l \text{ (explotación)}} = 0.15 * 183\,042$$

$$G_{l \text{ (explotación)}} = \$ 27\,456$$

Gastos directos durante la explotación del transporte

$$G_d \text{ (explotación)} = G_s \text{ (explotación)} + G_a \text{ (explotación)} + G_c \text{ (explotación)} + G_l \text{ (explotación)} + G_e \text{ (explotación)}$$

$$G_d \text{ (explotación)} = \$ 15\,040 + \$ 80\,000 + \$ 183\,042 + \$ 27\,456 + \$ 400\,000$$

$$G_d \text{ (explotación)} = \$ 705\,538$$

Gastos directos generales

$$G_{dg} = G_d \text{ (explotación)} + G_m$$

$$G_{dg} = \$ 705\,538 + \$ 165\,888$$

$$G_{dg} = \$ 871\,426$$

Gastos indirectos

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

$$G_{ind} = 871\,426 \times 0.06$$

$$G_{ind} = \$ 52\,286$$

Gastos totales

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

$$G_{\text{totales}} = \$ 871\,426 + \$ 52\,286$$

$$G_{\text{totales}} = \$ 923\,712$$

Costo de producción por metros cúbicos de mineral extraído

$$\frac{G_{\text{totales}}}{Q_a} = \frac{923\,712}{268\,367} = 3.4 \$/\text{m}^3$$

Dónde:

Q_a = Productividad anual de la cantera (268 367 m³/año)

Proteccion de los trabajos y del medio ambiente en la mina Victoria-1

Operadores de camión

- **Antes de iniciar las labores:**

1. Comprobar el estado de los sistemas de frenado, dirección, juegos de luces relojes.
2. Estado del frente de trabajo y sistemas particulares.
3. Limpieza del puesto de trabajo.
4. Condición en que se encuentra su estado.

- **Durante las operaciones de trabajo:**

1. No posesionarse dentro del radio de acción de la máquina excavadora.
2. Lograr mayor horizontalidad del camión a la hora de ejecutar la carga.
3. Circular por los caminos con las velocidades establecidas.
4. No adelantar ni transitar paralelo a otro vehículo.
5. No depositar la carga directamente contra el talud de las escombreras o contra el borde del nivel inferior.
6. No circular siempre por las mismas marcas dejadas por ese u otro camión, para evitar las zanjas.

- **Al finalizar las labores:**

1. Realizar una entrega correcta del equipo al operador que lo recibe.
2. Poner en aviso cualquier hecho de relevancia durante el turno y que pueda repetirse en el siguiente.
3. Dejar la máquina limpia y organizada.

Medidas de seguridad para el trabajo con transporte automotor.

1. La planta y perfil de los caminos deben corresponder a las reglas y normas de construcción vigentes.
2. El ancho de la parte transitable del camino se establece partiendo de las dimensiones del equipo de manera que haya una holgura no menor de 1.5 m entre

los automóviles que circulen al encuentro y una distancia no menor de 0.5 m de las ruedas exteriores hasta el borde de la parte transitable del camino.

3. No se permite transportar personas fuera de la cabina.
4. No se permite adelantar a otro vehículo que circule en el mismo sentido.

Protección del personal

Es necesario preparar al obrero con medios individuales que los protejan de accidentes relacionados con su desplazamiento, equipos y otros. En la tabla 7 se muestran las partes del obrero que se deben proteger, así como los medios de protección y los requisitos básicos de estos medios.

Tabla 7: Relación entre el trabajador y los medios que deben usarse para su protección

Parte del Cuerpo	Medio protector	Requisitos a cumplir el medio Protector
Cabeza	Se usan cascos protectores que tienen como objetivo reducir el impactos de objetos que caigan de alturas más o menos elevadas	Resistentes al impactos, al fuego, a la humedad, peso ligero aislamiento de la electricidad
Oídos	Tapones de oídos, orejas o casco protector contra ruido	Que atenúe el sonido, que tenga confort y durabilidad que no tengan impactos nocivos sobre la piel que conserven la palabra clara y que sea de fácil manejo
Ojos y cara	Gafas protectoras, pantallas, viseras, caretas protectoras y espejuelos	Protección adecuada para el riesgo específico que fue diseñado, comodidad en el uso de los mismos, ajuste perfecto y ninguna interferencia en los movimientos, durabilidad y facilidad de higienización.
Manos y Brazos	Guantes, almohadillas, protectores de brazo, mangas y protectores de dedo	Que estén reforzados para que protejan al trabajador contra llamas, calor y cortaduras.
Tórax	Delantales de piel, de goma sintética y para asido	Deben proteger contra chispas, cortaduras pequeñas y protección contra agua y tierra.

Pies y piernas	Botas corte alto, tobilleras, polainas y almohadillas	Casquillos de acero para los pies, anticonductivos, antichispas y deben resistir las descargas eléctricas.
Vías respiratorias	Respiradores con filtro para polvo, máscaras con filtro para gases, respiradores con líneas de aire, mascarar con puentes de oxígeno	Deben estar acorde con el elemento contaminante y puesto de trabajo. No deben ser objetos que impidan que el trabajador realicen sus actividades.

Las afectaciones más frecuentes producidas al medio ambiente por las actividades mineras son:

Estas afectaciones se incrementan cuando las áreas permanecen un largo período de tiempo sin ser rehabilitadas, las cuales permanecen expuestas a factores que inciden en ellos y dañan considerablemente el medio.

Las principales afectaciones al Medio Ambiente

La explotación de minerales en el yacimiento conlleva a serias alteraciones medioambientales. La intensidad de las mismas depende de varios factores entre los que se reconocen la situación y morfología del yacimiento y las características del entorno.

Las influencias medioambientales de las operaciones mineras se relacionan fundamentalmente con la extracción del mineral e introducción de desechos mineros, por lo que se originan cambios en la circulación de sustancias y energías en el entorno.

Estas influencias van transformando el paisaje y provocan el empeoramiento cualitativo y cuantitativo de los recursos y el origen y desarrollo de procesos dañinos o degradantes. En general las mismas se consideran como impactos ambientales, y su significado y carácter se estudian mediante el esclarecimiento de su origen, temporalidad, dinámica y distribución especial, de forma que el territorio queda evaluado en función de la concentración de las mismas.

Dentro de los principales impactos ambientales ocasionados por la minería en el yacimiento encontramos:

1. Alteración del suelo y modificación de sus propiedades.

2. Destrucción de la flora y la fauna.
3. Alteraciones en las aguas.
4. Cambios geomorfológicos y del paisaje.
5. Alteraciones en la atmósfera, contaminación por gases y contaminación sónica.

Criterio para la explotación sostenible del yacimiento.

La explotación sostenible del yacimiento debe estar dirigida a minimizar al máximo los impactos negativos identificados anteriormente. Los eslabones fundamentales de los cambios son: el agua, la vegetación y el suelo. Ello garantiza el equilibrio ecológico.

En este sentido una estrategia de corrección deberá formularse según las premisas siguientes:

1. Amortiguar la difusión especial de los impactos. Reducir al máximo su transmisión a otras áreas fuera del lugar de impacto directo.
2. Tratar por todos los medios de alterar en la menor medida posible el equilibrio ecológico local y regional. Deben tratarse de mantener intactas las áreas no explotadas.
3. Se deben tomar todas las medidas para reducir la extensión del impacto sobre todo a través de las arterias fluviales.
4. Debe registrarse al máximo la influencia de las escombreras utilizando los espacios minados para su colocación.
5. Para llevar a cabo la rehabilitación de las zonas dañadas se debe conservar al máximo la capa superficial del suelo y el banco biogenético.

Elaborar un plan de medidas para prevenir o eliminar las causas que afectan a la protección e higiene del trabajo, relacionadas con la extracción de las rocas estériles y de los minerales útiles en la mina Victoria-1.

1. Mantener orden y limpieza en los lugares donde se extrae mineral útil de la roca estéril.
2. Señalización de los puntos o zona de peligro.
3. La gran intensidad de los trabajos de mina provoca gran movimiento cíclico sobre sus caminos y producen gran cantidad de polvo recomendamos que el carro de agua debe regar siempre estos caminos para cuando halla movimiento el polvo no se levante.

4. Se debe utilizar siempre protección individual y limpiar los equipos cada vez que termine su turno para mantener la higiene y protección del equipo.
5. En el trabajo nocturno de plataforma hay que prestar especial atención al movimiento de los equipos, las excavadoras tienen que estar provistas de los focos frontales y traseros necesarios para una correcta visibilidad del operador.
6. Deben tener mucho cuidado en las áreas de estacionamientos de la excavadora, por su gran peso que descansa sobre el suelo, y tener en cuenta la resistencia del terreno, estabilidad del mismo así como la berma de seguridad.

Conclusiones

1. El sistema de transportación de la mina Victoria-1 queda constituido por dos camiones Volvo A40D, el que es inferior a los 5 planteado por el proyecto de explotación
2. La carga de un camión por el esquema lateral se debe realizar con tres cucharas del cargador lo que garantiza una gran utilización de su capacidad de carga.
3. La capacidad de tráfico de la vía es de 16 camiones por hora, suficiente para garantizar la productividad de la mina y cualquier irregularidad
4. El costo de explotación del transporte de $3.4 \text{ \$/m}^3$.

Recomendaciones

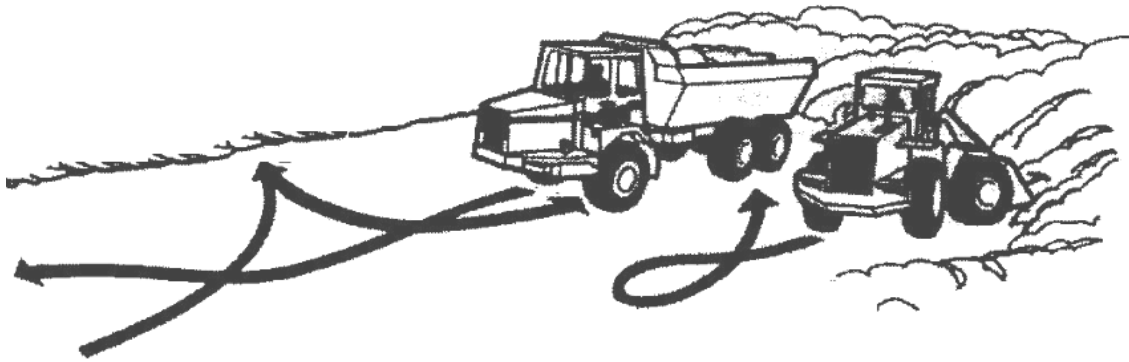
- 1) Realizar un análisis de la conveniencia de la construcción de una escombrera interna en la cantera, lo cual constituiría un ahorro en la economía de la mina y una medida para contrarrestar el impacto minero.

Bibliografía

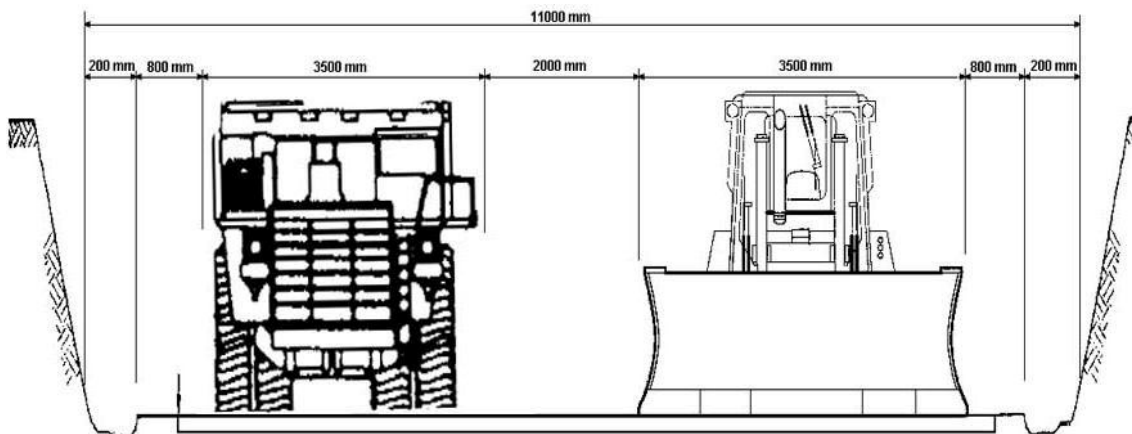
- 1) Colectivo de autores. "Informe sobre los resultados del Levantamiento Geológico complejo del polígono Camagüey". Búsquedas Acompañantes. Tomos VI, VII y VIII. 1988. O.N.R.M. No. De Inventario 3539.
- 2) Aduvirre, (1990). Calcular la evolución de la rentabilidad económica de un equipo. Tesis doctoral, Moa.
- 3) Diakov, (2011). Metodología de cálculo de la cantidad de camiones. Informe. Ceproniquel.
- 4) Maxera, (2002). Aplicación de la simulación para la optimización del acarreo de mineral. Informe.
- 5) Herrera Herbert, J. (2006). "Aplicación de la simulación para la optimización del acarreo de mineral". Informe. Moa.
- 6) Cisnero, (2003). Diseño de Explotación a Cielo Abierto. Informe. Ecuador. Asociación de Ingenieros de Mina de Ecuador.
- 7) (Gelkys, 2010). Procedimiento para la adquisición y explotación del equipamiento minero para la empresa. Trabajo de diploma. Ismm, Moa.
- 8) Ruiz Batitapau, L. (2010). Sistema de transporte de elevador de skips para el yacimiento de cromo Victoria – 1. Trabajo de diploma. Ismm, Moa.
- 9) García; et al (2006); Guerra; et al (2009),
- 10) Empresa Ceproniquel (2012). Proyecto de explotación para el yacimiento de cromo Victoria-1.Moa. Ceproniquel.
- 11)** Borisov E.F. Fundamentos de la economía. Monografía. Moscú, Escuela superior, 2006, 378Páginas.
- 12) Diakov V. A. Máquinas de transporte y complejos de la explotación a cielo abierto: Libro para los centros de educación superior, Moscú, Editorial Niedra, 2011, 334 páginas.
- 13) Potapov M. G. Transporte de cantera. Quinta edición, Moscú, Niedra, 2005, 239 pág.
- 14) SaatyT.L. Elementos de la Teoría de las Colas. Cuarta edición, Madrid, Aguilar, 2004, 477 páginas.
- 15) Vasiliev K.A., Nicolaev A.K. Máquinas de transporte. San Petersburgo Universidad Técnica Estatal de minería. SPB, 2003. 121 pág.ISBN 5-94211-216-9.
- 16) Fedchenko A.A.et al. Economía de la empresa, Manual de problemas. San Petersburgo Universidad Técnica Estatal de minería. SPB, 2004. 96 pág. ISBN 5-94211-242-8.

- 17) Lebedev V.G. Dirección de los gastos en la empresa SPB: Editorial casa Biznes-Prensa, 2010, 352 páginas.
- 18) Somolentsheva Y. M. Economía y Dirección de la Empresa, Manual. Moscú.: Escuela superior, 2011, 337 páginas
- 19) Taksira, K.I. Economía de de la empresa, Manual. Moscú, Escuela superior Высшая школа, 2005.
- 20) .Dolgui I.E et al. Fundamento de la producción Minera. Monografía. San Petersburgo Universidad Técnica Estatal de minería. SPB, 2003. 96 pág. ISBN 5-94211-186-3.
- 21) Otgonbileg Sh. Dirección de la masa minera. Moscú.: Niedra, 2006.
- 22) Shubalov Y. V.et al. Ciencia Minera, medio ambiente y sociedad. Manual San Petersburgo Universidad Técnica Estatal de minería. SPB. , 2003. 160 c.
a. ISBN 5-94211-131-6.
- 23) Sinkov L.S. Organización de la producción en la empresa: Monografía. San Petersburgo Universidad Técnica Estatal de minería. SPB, 2003. 53 pág. ISBN 5-94211-191-X.
- 24) Catalogo(Dumpers Articulado volvo-A25E-A30E), pág. 2
- 25) Shpansky O.V et al. Технология имечанизación integral de la extracción de materia primas no meníferas para la producción de materiales de la construcción. Moscú.Niedra, 1996.
- 26) ОМЕЛЬЧЕНКОМ.М. Sistemas Informativos y tecnología en la economía San Petersburgo Universidad Técnica Estatal de minería. SPB, 2003, 172 . ISBN 5-94211-196-0
- 27) Vasiliev M.B. Transporte de las canteras profundas. Moscú , Niedra 1983.295 páginas
- 28) Spivakovky A.O. et al. Máquinas de transportes y conjuntos de los trabajos mineros a cielo abierto a cielo abierto, Editorial Niedra, 1983, 383 páginas
- 29) .Boguslabsky E.I. Dirección de la calidad de la mena. Monografía. SPB, 2002. 78 Páginas. ISBN 5-94211-080-8
- 30)** SKOBELINA V.P. et al . Estadística. Manual, San Petersburgo Universidad Técnica Estatal de minería. SPB, 2005. 73 pág. ISBN 5-94211-154-5,

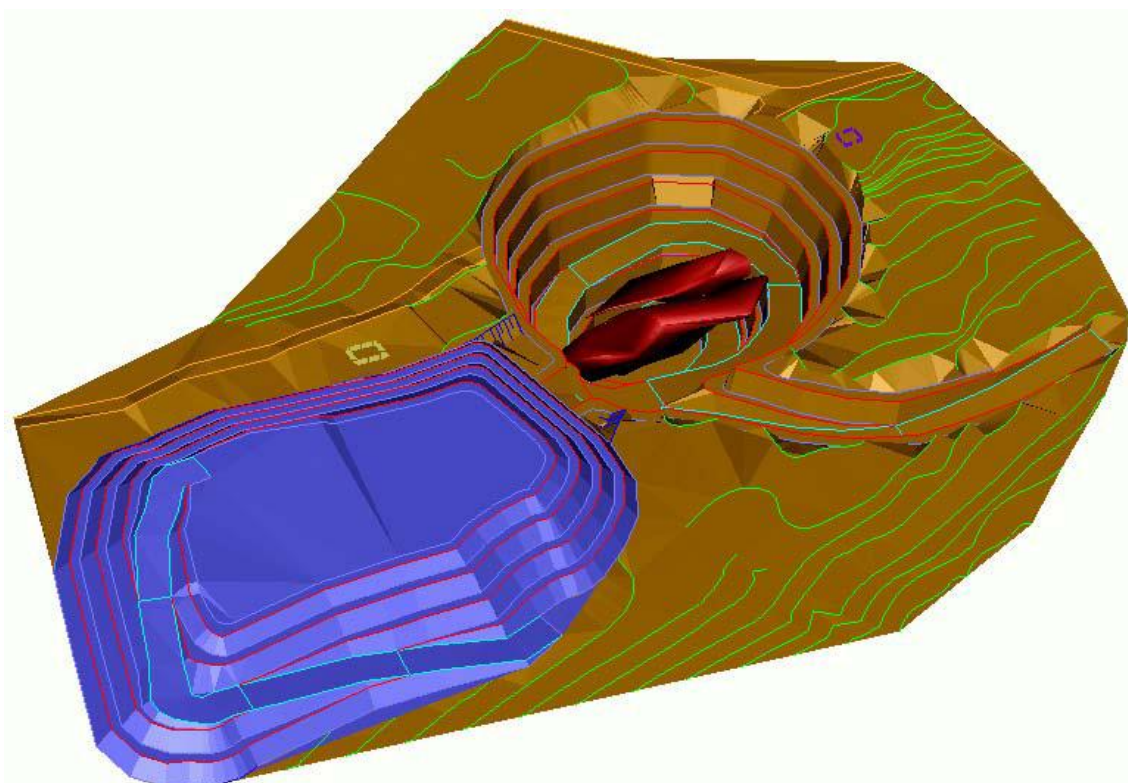
Anexos



Anexo 1. Maniobra en la carga del camión en el esquema lateral.



Anexo 1.2. equipos de carga transporte a utilizar



Anexo 1.3 . formacion de la cantera y la escombrear