



*República de Cuba  
Ministerio de Educación Superior  
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa  
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”  
Facultad de Minas*

# *Trabajo de Diploma*

*Tema: Evaluación Económica del Proyecto de Explotación de los  
Yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II. Provincia de  
Camagüey*

*Autor: Jacinto Das Neves A. Gamboa*

*Tutores: Ing. Julio Montero Matos.  
Ing. Alldeng Luis Estrada Fines  
Ing. Pavel Laurencio Cala  
Ing. Germán Santiago Alfonso Martínez*

*Junio del 2010  
“Año 52 de la Revolución”*

## *Dedicatoria:*

*Dedico la culminación de este trabajo:*

*A mis queridos padres Fialha Manuel Das Neves Gamboa y Lemba Antonio Miguel Gamboa, a mi esposa Mairelis Pupo Desdín, a mis suegros Idálmis y Pupo así como a mis tutores y compañeros que con su amor y dedicación, me apoyaron y estimularon en mis estudios y estarán orgullosos de verme realizado como un profesional.*

*A la Revolución, que ha facilitado la realización de los mismos y en especial a nuestro querido Comandante Fidel Castro Ruz, gracias al cual he podido convertir en realidad el sueño de formarme como profesional.*

## *Agradecimientos:*

*Es difícil hacer mención a tantas personas que han contribuido con la realización de este trabajo, les ruego a todos aquellos que merecen ser mencionado y cuyos nombres no se plasmen en este papel me disculpen.*

*Agradezco infinitamente, al colectivo de angolanos que se encuentran en Cuba, a los profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico que me formaron desde un inicio y contribuyeron a mi graduación como ingeniero en Minas.*

*A la revolución cubana, gracias a ella se vieron realizados mis sueños.*

## Resumen

La minería tiene la misión de poner a disposición de la humanidad las materias primas minerales que necesita, o sea buscarlas en las partes accesibles de la corteza terrestre y explotárselas; por su importancia ha resultado una actividad determinante en el desarrollo de la sociedad, pues de acuerdo a cálculos, entre los recursos naturales utilizados para la satisfacción de las necesidades, los minerales representan el 80 %.

Se logró evaluar económica y financieramente el Proyecto de Minería a utilizar para la explotación de los yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria determinándose el valor mercantil de estos yacimientos.

El proyecto es económicamente factible, después de deducir los impuestos del 35 % sobre utilidades, se indica una **Tasa Interna de Retorno de 24.3 %**, con un **Valor Actualizado Neto @ 12 %** de descuento de \$ 1 743871,00 CUC, lo cual constituye el valor mercantil de los yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II. Se logrará recuperar la inversión de una planta de procesamiento de cromo para la venta de 304000,00 toneladas en 6 años en un periodo de 4 años y 4 meses.

## Summary

The mining has the mission of putting to the humanity's disposition the matters cousins minerals that he/she needs, that is to say to look for them in the accessible parts of the terrestrial bark and to exploit them; for their importance it has been a decisive activity in the development of the society, because according to calculations, among the natural resources used for the satisfaction of the necessities, the minerals represent 80%.

It was possible to evaluate economic and financially the Project of Mining to use for the exploitation of the locations Mamina, Victoria I and Victoria being determined the mercantile value of these locations.

The project is economically feasible, after deducing the taxes of 35% it has more than enough utilities, an Internal Rate of Return of 24.3% is indicated, with a Net Up-to-date Value @ 12% of discount of \$1 743871,00 CUC, that which constitutes the mercantile value of the locations Mamina, Victoria I and Victoria II. It will be possible to recover the investment of a plant of chromium prosecution for the sale of 304000,00 tons in 6 years in a 4 year-old period and 4 months.

# INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS YACIMIENTOS.....</b>	<b>5</b>
1.1 Análisis teórico del proceso de evaluación de inversiones.....	5
1.2 Regulaciones y normativas que rigen el proceso inversionista en entidades estatales cubanas.....	12
1.3 Características geográficas y económicas de la región.....	15
1.4 Localización de los yacimientos.....	16
1.5 Caracterización geológica general de la región.....	18
1.5.1 Caracterización del Complejo Ofiolítico.....	18
1.6 Recursos minerales.....	19
1.7 Características geológicas del yacimiento Mamina.....	21
1.7.1 Composición química del mineral.....	21
1.7.2 Propiedades físico-mecánicas y características geotécnicas.....	22
1.7.3 Características hidrogeológicas del yacimiento.....	22
1.7.4 Características de las rocas encajantes.....	23
<b>CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO MAMINA.....</b>	<b>25</b>
2.1 Capacidad de producción anual y vida útil de la mina.....	25
2.2 Apertura.....	25
2.2.1 Método de apertura.....	25
2.3 Descripción de los procesos tecnológicos a realizar en la explotación del yacimiento Mamina.....	28
2.3.1 Desagüe.....	28
<i>Propuesta de drenaje.....</i>	<i>29</i>
2.3.2 Desbroce.....	29
2.3.3 Escombreo y conformación de escombreras.....	30
<i>Parámetros de diseño de las escombreras.....</i>	<i>30</i>
<i>Volúmenes de la escombrera.....</i>	<i>31</i>
<i>Transportación del mineral y del estéril.....</i>	<i>34</i>
2.4 Tecnología para la planta de producción de cromo.....	34
2.4.1 Descripción tecnológica de la instalación.....	34
2.5 Caminos mineros.....	36
2.6 Método y sistema de explotación a emplear.....	37

<b><u>2.7</u></b>	<b><u>Diseño de la cantera</u></b> .....	<b>40</b>
<b><u>2.7.1</u></b>	<b><u>Diseño final operativo de la cantera</u></b> .....	<b>40</b>
<b><u>2.7.2</u></b>	<b><u>Estrategia general de profundización de la cantera</u></b> .....	<b>41</b>
<b><u>2.8</u></b>	<b><u>Pérdida, dilución y pesaje de mineral</u></b> .....	<b>41</b>
<b><u>2.9</u></b>	<b><u>Suministro de energía eléctrica y agua</u></b> .....	<b>43</b>
<b><u>2.10</u></b>	<b><u>Equipamiento minero</u></b> .....	<b>43</b>
<b><u>2.11</u></b>	<b><u>Protección e higiene del trabajo</u></b> .....	<b>45</b>
<b><u>2.11.1</u></b>	<b><u>Medidas de seguridad más importantes</u></b> .....	<b>46</b>
<b><u>2.12</u></b>	<b><u>Medio ambiente</u></b> .....	<b>46</b>
<b><u>CAPÍTULO III: EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA DE LA EXPLOTACIÓN DE LOS YACIMIENTOS MAMINA, VICTORIA I Y VICTORIA II</u></b> .....		<b>49</b>
<b><u>3.1</u></b>	<b><u>Mercado</u></b> .....	<b>49</b>
<b><u>3.1.1</u></b>	<b><u>Los minerales de cromo cubano y su exportación</u></b> .....	<b>50</b>
<b><u>3.1.2</u></b>	<b><u>Situación de la demanda y comportamiento de los precios desde el 2006 hasta el presente</u></b> .....	<b>50</b>
<b><u>3.1.3</u></b>	<b><u>Perspectivas de nuestras exportaciones a partir de la puesta en marcha del Proyecto Cromo Camaguey</u></b> .....	<b>51</b>
<b><u>3.2</u></b>	<b><u>Estimado del costo capital</u></b> .....	<b>53</b>
<b><u>3.3</u></b>	<b><u>Costo de operación</u></b> .....	<b>54</b>
<b><u>3.3.1</u></b>	<b><u>Materias primas y materiales</u></b> .....	<b>54</b>
<b><u>3.3.2</u></b>	<b><u>Energía y combustibles</u></b> .....	<b>55</b>
<b><u>3.3.3</u></b>	<b><u>Agua</u></b> .....	<b>55</b>
<b><u>3.3.4</u></b>	<b><u>Mantenimiento</u></b> .....	<b>56</b>
<b><u>3.3.5</u></b>	<b><u>Fuerza de trabajo</u></b> .....	<b>56</b>
<b><u>3.3.6</u></b>	<b><u>Otros Gastos</u></b> .....	<b>56</b>
<b><u>3.4</u></b>	<b><u>Resultados económicos esperados</u></b> .....	<b>56</b>
<b><u>3.4.1</u></b>	<b><u>Financiamiento del Proyecto</u></b> .....	<b>58</b>
<b><u>3.4.2</u></b>	<b><u>Estado de resultados y Flujo de Caja del Proyecto</u></b> .....	<b>58</b>
<b><u>CONCLUSIONES</u></b> .....		<b>60</b>
<b><u>RECOMENDACIONES</u></b> .....		<b>61</b>
<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....		<b>62</b>



## **INTRODUCCIÓN**

La minería tiene la misión de poner a disposición de la humanidad las materias primas minerales que necesita, o sea buscarlas en las partes accesibles de la corteza terrestre y explotaras; por su importancia ha resultado una actividad determinante en el desarrollo de la sociedad, pues de acuerdo a cálculos, entre los recursos naturales utilizados para la satisfacción de las necesidades, los minerales representan el 80 %.

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 1300000 toneladas de mineral de cromo, ubicados la gran mayoría en lugares con infraestructuras de caminos, carreteras, ferrocarriles, redes de energía eléctrica, agua, etcétera.

En las décadas del 40 y 50 del siglo XX se realizaron extracciones y exportaciones de cromo en los municipios de Camagüey, Minas y Sierra de Cubitas por compañías norteamericanas y cubanas y se paralizaron las mismas en los primeros años de la década del 60. El volumen extraído fue superior a 1200000 toneladas.

Hasta el año 2006 se explotaron los yacimientos de cromo en el municipio de Moa en la provincia de Holguín, Cuba. Las actividades mineras en la Empresa Cromo Moa se cierran por dificultades económicas financieras generales, por lo que se quedó sin suministrador el sector de la industria sideromecánica nacional, con un consumo de 6000 t/año.

La producción de cromo en Moa era en condiciones menos favorables ya que la extracción minera se realizaba por método subterráneo, la ubicación de los frentes de explotación minera distaban de la planta de beneficio entre 45 y 60 km por caminos muy irregulares de montaña y los niveles de producción oscilaban de 40000 a 50000 t/año. Las condiciones de explotación del cromo en Camagüey varían favorablemente con respecto a Moa: La infraestructura está más desarrollada con una red densa de caminos, carreteras y línea de ferrocarril que se dirigen al Puerto de Nuevitas. El método de extracción es a cielo abierto, las condiciones geográficas están determinadas por las llanuras con algunas colinas.



Es un momento coyuntural favorable desde todos los puntos de vista; una política económica que promueve la producción con alta rentabilidad, la sustitución de importaciones, el incremento de las exportaciones y la nueva industria, como parte del desarrollo del país. La política financiera también es favorable ya que promueve inversiones con las características similares a la que se evalúa, además el financiamiento en moneda libremente convertible, está aprobado en los acuerdos del programa del ALBA firmados con la República Bolivariana de Venezuela. Esta inversión es favorecida por la política social del territorio la cual promueve el desarrollo socioeconómico como vía para elevar el estándar de vida de la población.

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. Evaluar un proyecto de inversión consiste en determinar, mediante un análisis de costo - beneficio, si genera o no el rendimiento deseado para entonces tomar la decisión de realizarlo o rechazarlo, estos beneficios pueden ser económicos, financieros o sociales.

En la actualidad para las empresas estatales socialistas cubanas resulta vital garantizar un sistema de información que satisfaga en calidad y cantidad el proceso de toma de decisiones sobre las inversiones en activos de capital. El mercado se presenta cada vez más inestable e impregnado de incertidumbre, lo que resulta todo un reto para los equipos administrativos la gestión y utilización efectiva del conocimiento, por las dimensiones y el grado de riesgo que se asume al utilizar dinero en proyectos que al final carecen de rigurosos estudios de mercado, técnicos y financieros.

El Ministerio de la Industria Básica de conjunto con el Grupo GEOMINSAL, ha trazado la estrategia de reiniciar la producción y exportación del cromo en la provincia de Camagüey, basado en las oportunidades del crecimiento del mercado, la subida de los precios tanto en la actualidad como en el futuro, la expansión de la industria de aceros inoxidables en la República Bolivariana de Venezuela y el cierre de la producción de cromo para la exportación de África del Sur, uno de los mayores productores del mundo.





Por lo que es evidente la necesidad de explotar de forma racional y efectiva la materia prima mineral de los Yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II y determinar su valor mercantil con la evaluación económica – financiera del proyecto, constituyendo el **Problema Científico** de la Investigación.

El Proyecto de Minería para la futura explotación de los yacimientos de Cromo constituye el **Objeto de Estudio**.

El **Objetivo General** es realizar la evaluación económica del Proyecto de Minería a utilizar para la explotación de los yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II.

**Campo de Acción:** La evaluación económica - Financiera del Proyecto de minería a utilizar en los yacimientos de Cromo de la Provincia de Camaguey.

Teniendo en cuenta el objetivo general se plantea la siguiente **Hipótesis**, si se caracteriza el Proyecto de Explotación del Yacimiento Mamina, extrapolable para los Yacimientos Victoria I y Victoria II, con una adecuada organización de los trabajos y se determina el valor mercantil de estos yacimientos, entonces, se determinará su factibilidad lo que facilitará la acertada y oportuna toma de decisiones en el proceso de presupuestación de capital para la construcción de una planta de procesamiento.

Para dar cumplimiento al objetivo general y demostrar la hipótesis planteada se proponen los siguientes **Objetivos específicos**:

1. Caracterizar los yacimientos de Cromo en la Provincia de Camaguey, localización y geología de los yacimientos.
2. Describir el Proyecto de Explotación del Yacimiento Mamina.
3. Determinar el Valor Mercantil de los Yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II y analizar el Proceso de Evaluación de Inversiones.

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron diferentes **Métodos de Investigación**.

- El **histórico-lógico**: para estudiar y valorar la situación geográfica del yacimiento y establecer los fundamentos teóricos del proceso objeto de estudio.



- El **análisis-síntesis**: para estudiar las actividades mineras a propuestas en el Proyecto de Explotación, sus incidencias en los otros yacimientos y establecer conclusiones para desarrollar la apertura del nuevo yacimiento.
- La **inducción - deducción**: para interpretar los resultados obtenidos en el análisis económico – financiero realizado al Proyecto de explotación.

Dentro de los **métodos empíricos** se utilizaron fundamentalmente,

- La **observación, la medición y la comparación**, aplicándose como técnicas que le son propias a estos: la aritmética, la estadística, la programación dinámica entre otras.



# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS YACIMIENTOS

## 1.1 Análisis teórico del proceso de evaluación de inversiones

Cualquier inversión se puede definir por la corriente de pagos e ingresos que origina, considerando cada uno en su momento en que se producen. La cuestión que se plantea es la de determinar el volumen de inversión que debe acometer la empresa y la elección de los activos concretos en los que la empresa va a invertir.

La decisión de inversión supone el compromiso de una serie de recursos actuales con la expectativa de generar unos beneficios futuros.

Existen múltiples criterios para fundamentar las decisiones de inversión, según Suárez Suárez, Andres en su libro “Decisiones Óptimas de Inversión y Financiamiento en la Empresa”, ya en 1948 existían varias docenas de reglas o criterios para fundamentar las decisiones de inversión en activos de capital, muchos de los cuales estaban faltos de toda teoría y otros se hallaban al límite de la superstición, que a partir de 1948 aparecieron nuevos criterios que pretendían fundamentar la racionalidad de las inversiones.

Gitman L. (2006) en su libro “Fundamentos de Administración Financiera”, Capítulo 13, denominado Conceptos y Técnicas de Presupuesto de Capital, clasifica cinco técnicas en dos grupos, denominándolas técnicas sofisticadas y no sofisticadas, dentro del primer grupo se encuentran la Tasa promedio de rentabilidad y Periodo de Recuperación de la inversión y como técnicas no sofisticadas del presupuesto de capital se encuentra el Valor Presente Neto, Razón Costo beneficio y Tasa interna de rendimiento.

En el libro Fundamentos de Administración Financiera de Weston and Brigham, se mencionan cinco Técnicas de Presupuesto de Capital ordenadas fundamentalmente de forma cronológica a su surgimiento, estas son: Periodo de recuperación, Periodo de Recuperación descontado, Valor Presente Neto, Tasa Interna de Rendimiento y Tasa Interna de Rendimiento Modificada.



Los criterios de Valor Actualizado Neto (V.A.N) y Tasa Interna de Retorno (T.I.R), ya que son métodos que se aplican a los proyectos de inversión y que tienen en cuenta la cronología de los distintos flujos de efectivos, o sea, el valor del dinero en el tiempo, utilizando el proceso de **actualización o descuento**, son métodos muy usados pues logran que a las cantidades de dinero recibidas en diferentes momentos se les calcule sus equivalentes en el momento que se realiza el desembolso inicial, tales como: V.A.N; T.I.R; Plazo de Recuperación Descontado; Índice de Rentabilidad.

A medida que se reconocieron los defectos en el método del período de recuperación y otros métodos estáticos, los profesionales en esta materia empezaron a buscar otras formas capaces de mejorar la efectividad de las evaluaciones de proyectos.

**Criterios de Liquidez:** Se denomina plazo de recuperación o **PAYBACK** de una inversión y consiste en determinar cuánto tiempo tarda en recuperar la empresa la inversión inicial, teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo, es decir, actualizando los flujos de caja al momento inicial.

Según este criterio, las inversiones preferentes son aquellas cuyo plazo de recuperación es más corto.

#### **Ventajas:**

- Da importancia a los flujos de caja inmediatamente posteriores a la inversión, que de hecho son los más seguros de conseguir y además proporcionan liquidez a la empresa.
- Mejora el PAYBACK simple (método estático) en cuanto que considera el transcurso del tiempo.

#### **Desventajas:**

- No actualiza los flujos netos de caja, es decir, no tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Este inconveniente fue superado con la utilización del tiempo de recuperación de la inversión descontado.
- No considera los flujos de caja generadores después del plazo de recuperación de la inversión inicial.



**Criterios de Rentabilidad:** Una inversión viene definida por la corriente financiera de pago (outflows) y cobros (inflows) que origina, como manifestación de la corriente real de ingresos y gastos asociada a ella. La metodología utilizada para un análisis financiero de inversiones consta de tres pasos:

- a) Estimar los flujos de cajas relevantes.
- b) Calcular una magnitud significativa (T.I.R, V.A.N, etc.), resultados de la utilización de los criterios y análisis generalmente aceptados.
- c) Comparar la magnitud significativa calculada con un criterio de aceptación de la inversión. Debido a que el dinero tiene un valor en tiempo, los mejores criterios de análisis son aquellos que utilizan los valores actualizados de los flujos de caja.

**.Valor Actualizado Neto (V.A.N):** El **V.A.N** es la diferencia entre el valor actual de los flujos de caja netos que produce una inversión y el desembolso inicial requerido para llevarla a cabo, y representa el aumento o disminución del valor de la empresa por realizar la inversión. Informa acerca del valor absoluto de un proyecto en términos monetarios y en el momento actual.

Se basa en aplicar la técnica de flujos de efectivos actualizados o descontados, o sea, evalúa los proyectos de inversión de capital mediante la obtención del valor actual de los flujos netos de efectivos en el futuro y, descontando dichos flujos al costo de capital de la empresa o a la tasa de rendimiento requerida.

El método del V.A.N tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Esto supone que es preferible una cantidad de dinero en el momento actual que la misma cantidad recibida en fecha futura. Además, se supone que la inversión se financia al costo de capital de la empresa, al cual pueden obtenerse todos los fondos que se desee; así mismo, se supone que los flujos de caja recuperados se invierten a una tasa igual a dicho costo de capital, al cual también pueden colocarse todos los fondos que se deseen.



Este método compara el valor actualizado de todos los flujos de efectivo futuros con el valor del desembolso inicial del proyecto o costo esperado del proyecto. El fundamento de este método es sencillo.

Valor actualizado del flujo de caja esperado. Equivale a la diferencia del valor actualizado de los cobros esperados y el valor actualizado de los pagos previos.

$$\text{VAN} = -A + Q_1/(1+K_1) + Q_2/(1+K_1)(1+K_2) + \dots + Q_n/(1+K_1)(1+K_2)\dots(1+K_n)$$

Donde:

A = Inversión inicial

Q = Flujo de caja recibidos en el tiempo

K = Tasa de descuento o de actualización

Se aceptan los proyectos que aumenten el valor de la empresa (i.e. los que tengan un V.A.N positivo); se rechazan los que no lo aumenten (V.A.N nulo o negativo).

Si se van a emprender dos proyectos de inversión, su V.A.N conjunto será la suma de los V.A.N respectivos (los V.A.N son aditivos). Así, aunque uno de ellos tenga un V.A.N negativo, el V.A.N conjunto aún puede ser positivo. Sin embargo, si se puede optar por llevar a cabo sólo una de las inversiones, habría que elegir sólo aquella que fuera positiva.

En el caso de tener que elegir entre dos proyectos cuyo V.A.N sea positivo, se elegirá aquel con un V.A.N mayor.

El criterio del V.A.N mantiene que los directivos incrementan la riqueza de los accionistas cuando aceptan todos los proyectos que valen más de lo que cuestan. Por tanto, los directivos deben aceptar todos los proyectos que tengan un V.A.N positivo, favoreciendo así a sus accionistas. Esto último hay que matizarlo ya que en la realidad existen limitaciones al capital invertible, por lo que se da el fenómeno del racionamiento del capital.



El V.A.N es un método de valoración (son mejores las inversiones con un mayor V.A.N) como de selección de inversiones. De esta forma se puede decir como norma general que:

- Si  $V.A.N > 0$ , Significa que se estará generando en el proyecto más efectivo del que necesitan para reembolsar el capital invertido y proporcionar un rendimiento requerido. Incrementa la riqueza de la empresa como resultado del proyecto, por tanto, en esta alternativa se **ACEPTA LA INVERSIÓN**.
- Si  $V.A.N < 0$ , Significa que los flujos de efectivo no alcanzan para reembolsar el capital invertido, por tanto, en esta alternativa se **RECHAZA LA INVERSIÓN**.
- Si  $V.A.N = 0$ , Significa que los flujos de efectivo del proyecto son justamente suficientes para reembolsar el capital invertido y proporcionar la tasa requerida de rendimiento sobre ese capital. En esta alternativa es **INDIFERENTE LA INVERSIÓN**.

#### **Ventajas:**

- Es el método conceptualmente más perfecto.
- Aceptar un proyecto basándose en este criterio supone aumentar el valor de la empresa, por lo que es coherente con el objetivo último de maximizar la creación de valor.
- Utiliza flujos de caja actualizados. Por tanto, tiene en cuenta el diferente valor que toma el dinero en el tiempo.

#### **Desventajas:**

- Necesidad de elaborar previsiones detalladas a largo plazo.
- Otros dos derivados de las hipótesis de partida:
- Conflicto que presenta el problema de la reinversión de los flujos de caja.
- Dificultad para especificar la tasa de actualización o de descuento.

**Tasa Interna de Retorno (T.I.R):** La T.I.R, tasa interna de rendimiento es la tasa de interés que iguala el valor actual de los rendimientos futuros esperados con el costo de la inversión inicial (es decir  $V.A.N = 0$ ). Informa acerca de cuál es la tasa de rendimiento porcentual generada por un proyecto. Es importante tener en cuenta que las hipótesis de partida son similares a las empleadas en el método del V.A.N.



En otras palabras, la **T.I.R.**, calcula aquella tasa de descuento a la que el V.A.N se hace cero lo que supone que esa es la máxima tasa de descuento que soporta el negocio. Existen métodos para su cálculo pero ninguno tan expresivo y fácil como el método gráfico que consiste en plotear los valores del V.A.N a distintas tasas de descuento desde tasa cero, lo que supone flujos de caja sin descontar, hasta una tasa que convierta el V.A.N en negativo.

También cabe destacar que la T.I.R es una medida cómoda y ampliamente utilizada que indica la tasa de rentabilidad de las inversiones. En este sentido, puede ser una manera útil de comunicar la rentabilidad de los proyectos. A pesar de sus posibles defectos, generalmente ofrece la respuesta correcta sobre la viabilidad de aquéllos.

Es la rentabilidad propia o específica de una inversión ( $r$ ). Equivale a aquella tasa de descuento que iguala el valor actualizado de los cobros actualizados de los pagos o, dicho de otra forma, es la tasa de descuento que hace que el V.A.N sea cero.

$$\text{V.A.N} = -A + Q_1/(1+r) + Q_2/(1+r)^2 + \dots + Q_n/(1+r)^n = 0$$

El V.A.N y la T.I.R además de ser criterios de valoración de inversiones (porque a través de ellos se puede medir su rentabilidad en valor relativo y actual), son también métodos de decisión, ya que permite saber si una inversión interesa no llevarla a cabo. El criterio de aceptación con el que se debe comparar la T.I.R es el costo de oportunidad de la empresa ( $k_w$ ), es decir, la tasa mínima de retorno que debe conseguir sobre sus activos para cumplir con la expectativa de sus proveedores de capital (acreedores y accionistas). Por ello como norma general se puede decir que:

Si  $r > k_w$ , la inversión debe realizarse ya que incrementa las riquezas de la empresa.

Si  $r < k_w$ , la inversión no debe realizarse, ya que disminuiría las riquezas de la empresa.

Si  $r = k_w$ , la inversión es neutral.

La T.I.R también es considerada como la tasa a la que el capital que resta en la inversión está creciendo, o se está capitalizando. Como tal, la T.I.R se puede comparar a todos los efectos con el tipo de interés de un préstamo o una cuenta de ahorro, lo que





significa que la T.I.R de una inversión se puede comparar directamente con el costo del capital que se va a invertir.

Ventaja principal:

- Facilidad de comparación con el costo de capital.

Las desventajas son en general las mismas que las del V.A.N.

Relación entre los métodos V.A.N y T.I.R

Normalmente, ambos métodos aconsejan la elección del mismo proyecto cuando haya que elegir entre inversiones mutuamente excluyentes, pero existen casos en que estos métodos recomiendan una decisión diferente.

Aunque a primera vista los métodos V.A.N y T.I.R pudieran parecer equivalentes, ya que ambos permiten conocer la rentabilidad esperada de una inversión. Se apoyan en supuestos diferentes y, asimismo, miden aspectos distintos de una misma inversión, por ello, aunque en las inversiones simples (aquellas cuyos flujos de caja son positivos o nulos) conducen al mismo resultado en las decisiones de aceptación rechazo de inversiones, pueden conducir a resultados distintos cuando se trata de ordenar o jerarquizar una lista de proyectos de inversión. En las inversiones simples ocurre siempre:

Si  $V.A.N > 0$ , entonces,  $r > k_w$

Si  $V.A.N < 0$ , entonces,  $r < k_w$

Si  $V.A.N = 0$ , entonces,  $r = k_w$

Luego la posible disparidad en los resultados, cuando se trata de ordenar o jerarquizar una lista de proyectos de inversión. Se debe a que cada criterio se basa en supuestos diferentes y miden magnitudes distintas. La T.I.R nos proporciona la rentabilidad relativa de la inversión, mientras que el V.A.N permite conocer la rentabilidad de la inversión en valor absoluto.



## **1.2 Regulaciones y normativas que rigen el proceso inversionista en entidades estatales cubanas**

A continuación se relacionan de forma cronológica las principales leyes que rigen la política de las inversiones en Cuba.

El Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros con fecha 22 de septiembre de 1977 promulgó el Decreto No. 5 "Reglamento del Proceso Inversionista", y mediante el Decreto No. 105, de fecha 3 de mayo de 1982 se pone en vigor el "Reglamento para la Evaluación y la Aprobación de las Propuestas de Inversión y de las Tareas de Inversión", habiéndose dictado posteriormente, con fecha 28 de septiembre de 1998 la Resolución No. 157/98 la que puso en vigor indicaciones para "Perfeccionamiento de las Regulaciones Complementarias del Proceso Inversionista".

El 20 de enero de 1989 el Comité Estatal de Finanzas emitió la Resolución No. 6 mediante la cual estableció las regulaciones financieras específicas que aplicarán las entidades estatales creadas para administrar una inversión y regula la forma en que deberán proceder las empresas que se creen al poner en explotación, parcial o totalmente, la inversión. En su esencia, plantea que "Las entidades estatales creadas para administrar una inversión, en lo adelante unidades inversionistas, financiarán todos sus gastos con cargo a los recursos que les sean asignados para financiar las inversiones que tengan a su cargo.

Otra resolución emitida por este mismo Comité fue la No. 28 del 9 de agosto del mismo año, la cual "establece el procedimiento para el financiamiento, contabilización y control de las inversiones que se realizan en el extranjero no contempladas en el Plan de Inversiones."

Planteando que "...los resultados económicos y sociales que ha tenido este proceso en nuestro país no siempre se ha correspondido con los recursos invertidos, en lo que ha incidido como factores fundamentales los siguientes:

- a) Inicio de la ejecución de inversiones sin la debida preparación, tanto de la evaluación económica-financiera como de la documentación de proyectos o sin



haberse ajustado a lo dictaminado, lo que ha conllevado a que no siempre se hayan ejecutado proyectos rentables y eficientes y se presenten incrementos constantes de presupuesto.

- b) Ejecución de inversiones independientemente de los resultados económicos y productivos de las entidades inversionistas y a través de mecanismos que no han permitido delimitar responsabilidades en la gestión.
- c) Programación y ejecución de inversiones por encima de las posibilidades materiales y financieras reales, dilatándose los plazos de ejecución y manteniendo niveles crecientes de inversiones en proceso.

EL Ministerio de Economía y Planificación fue creado mediante el Artículo 1 del Decreto-Ley No. 147 "De la Reorganización de los Organismos de la Administración Central del Estado" de 21 de abril de 1994, como uno de dichos Organismos.

La Asamblea Nacional del Poder Popular, en uso de las atribuciones que le son conferidas en el Artículo 75, inciso b) de la Constitución de la República, acuerda dictar la Ley Numero 77, Ley De La Inversión Extranjera, con fecha en su sesión del día 5 de Septiembre de 1995, correspondiente al Quinto Período Ordinario de Sesiones de la Cuarta Legislatura, la cual refleja en su artículo 1 su objeto y contenido:

“Esta Ley tiene por objeto promover e incentivar la inversión extranjera en el territorio de la República de Cuba, para llevar a cabo actividades lucrativas que contribuyan al fortalecimiento de la capacidad económica y al desarrollo sostenible del país, sobre la base del respeto a la soberanía e independencia nacionales; y establecer, a tales efectos, las regulaciones legales principales bajo las cuales debe realizarse aquella.

El Ministerio de Economía y Planificación emitió la Resolución No. 157/98, el 28 de septiembre de 1998, la cual pone en vigor el Perfeccionamiento de las Regulaciones Complementarias del Proceso Inversionista, cuyos documentos e indicaciones a cumplimentar son referidas a los requerimientos para la inclusión de las inversiones en el plan, para el inicio de la ejecución de las inversiones, autorización del uso de suelo, protección del medio ambiente, compatibilización con los intereses de la defensa,



presupuesto de la inversión, financiamiento de las inversiones, licitación de construcciones, proyectos y suministros y contratación de trabajos de proyectos entre otros. Esta resolución perseguía el objetivo de elevar la eficiencia de este proceso y lograr un mejor ordenamiento de la actividad.

El Ministro de Economía y Planificación en uso de las facultades conferidas, pone en vigor, por mandato del Acuerdo No. 5566, de fecha 24 de noviembre de 2005, del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros las Indicaciones para el Proceso Inversionista definida en la Resolución No. 91/2006 del 16 de marzo, las cuales trazan como objetivo:

Garantizar la integralidad del proceso inversionista, a través de:

- a. Considerar la preparación, planificación, contratación, ejecución, y control de las inversiones como un sistema desde su concepción hasta la asimilación de las capacidades de producción y servicios, tanto de la inversión principal como de las inducidas si las hubiera.
- b. Establecer las funciones de los diferentes sujetos del proceso.
  - Asegurar la necesaria flexibilidad en el proceso inversionista y en las funciones de los diferentes sujetos atendiendo a las características de cada inversión.
  - Contribuir a la racionalidad y eficiencia del proceso inversionista, muy especialmente en lo referente a la reducción de sus plazos, a través de:
- c. La preparación de las inversiones sobre bases técnicas y económicas profundas; con suficiente flexibilidad para adecuarse al universo de las inversiones según sus características.
- d. El empleo de la D.I.P, donde el inversionista consideren estén creadas las condiciones para su aplicación, para todo el proceso inversionista o partes del mismo, con la finalidad de lograr la eficacia en el proceso.



- e. El uso de métodos para llevar a cabo la inversión, de forma simultánea con aquellas tareas que no comprometan la necesaria secuencia del proceso y que permitan acortar los plazos de la inversión, manteniendo el rigor técnico necesario y la disciplina en el cumplimiento de las regulaciones establecidas.
- f. La ampliación del análisis de postinversión, lo cual permita comprobar en qué medida se cumplen los beneficios previstos y aprobados en el Estudio de Factibilidad y a la vez retroalimentar futuros proyectos.

Acompañado a estas resoluciones, se diseñaron metodologías para la elaboración de estudios de factibilidad, orientadas hacia distintos sectores de la economía del país, de las cuales se pueden citar “Metodología de estudios de factibilidad para proyectos industriales, Metodología de estudios de factibilidad para proyectos turísticos y Metodología de estudios de factibilidad para proyectos de inversión extranjera”, las cuales complementan junto a las resoluciones y normativas anteriormente relacionadas, instrucciones que emite el país para el desarrollo eficaz de este singular proceso.

Dio auge a que en marzo del 2005 el MINBAS elaborara la “Metodología para la presentación, evaluación, aprobación y control de proyectos de inversión”, dicha metodología es la que se utiliza en el grupo empresarial del níquel para ejecución de todos los estudios de factibilidad.

### **1.3 Características geográficas y económicas de la región**

La región de los futuros trabajos de minería donde se realizaron las investigaciones a los yacimientos y manifestaciones de cromita, pertenece a la provincia de Camagüey y está situada al Noreste de la ciudad del mismo nombre. La misma se caracteriza por un relieve relativamente llano, con valores de cotas mínimos de 30 metros, donde se destacan escasas elevaciones como Loma La Entrada y Bayatabo, Los Orientales, Loma El Indio y otras. La Sierra de Cubitas limita por el Norte el macizo ofiolítico y su punto más alto es el Cerro Tuabaquey.



Las condiciones climáticas son muy parecidas a la del resto del país con una temporada lluviosa de mayo a octubre y una de seca de noviembre a abril. La temperatura mínima oscila entre 20 y 25 °C y la máxima entre 30 y 35 °C.

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 economía de la región se basaba 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 km del centro de la ciudad está 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 mayor capacidad de almacenaje techada del país para carga general.

#### **1.4 Localización de los yacimientos**

Los principales yacimientos de cromita con los cuales se proyecta iniciar los trabajos de explotación (Mamina, Victoria I y Victoria II) se localizan al Noreste de la provincia de Camagüey, en los municipios de Minas, Camagüey y Sierra de Cubitas, ver figura 1 de los anexos, la accesibilidad es muy buena por carreteras y caminos en cualquier época del año, el ferrocarril se encuentra relativamente cerca. A continuación se detalla la ubicación geográfica de cada uno de ellos.

##### Yacimiento Mamina

Actualmente se cuenta con una concesión de explotación de este yacimiento, se ubica al Noreste de la ciudad de Camagüey, en la hoja topográfica 1:50 000, 4680-I Senado, dentro de los límites determinados por las coordenadas Lambert del Sistema Cuba Norte.



En Mamina se encuentra una cantera inundada por debajo de la cual yace un cuerpo mineral con contenidos relativamente altos de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  y bajos de  $\text{SiO}_2$ , que pudiera ser extraído fácilmente al desaguar la cantera, lo que hace más económico el proceso en comparación con otros cuerpos donde es necesario eliminar una cubierta de rocas estériles.

La accesibilidad al área es buena. Su situación es favorable con respecto a las vías de comunicación, pues el terraplén que va hacia Senado, transitable en todas las épocas del año, está a sólo a 2 kilómetros del ferrocarril que se dirige al puerto de Nuevitas (ramal norte). La electricidad como fuente energética pasa por el caserío de San Ignacio. El pueblo de Senado dista del lugar de los trabajos a menos de 5 kilómetros y puede ser fuente de recursos humanos como fuerza laboral.

#### Yacimiento Victoria I

Este yacimiento también cuenta con una concesión de explotación y procesamiento, se ubica al Noreste de la ciudad de Camagüey, a 2 Kilómetros al Norte Noreste de Altagracia, en la hoja topográfica "Minas", escala 1:50 000 No. 4680-II, dentro de los límites determinados por las coordenadas Lambert del Sistema Cuba Norte.

Victoria I se encuentra en la continuación hacia Noroeste de la cantera abandonada Victoria y muy cercana al yacimiento Victoria II. El relieve es llano y la accesibilidad al área es buena, se accede a partir del kilómetro 22 de la carretera de Nuevitas por un terraplén que se dirige a la presa Monetizo. Allí se desarrolla un extenso plan agrícola para el abastecimiento a la población de viandas y vegetales. También se cultivan frutas.

La electricidad como fuente energética llega hasta las inmediaciones de la concesión minera.

#### Yacimiento Victoria II

A diferencia de los demás yacimientos, este solo cuenta con una concesión de explotación y se localiza a 350 metros al Este-Noreste de Victoria I en la misma hoja



topográfica “Minas”, escala 1:50 000 No. 4680-II, dentro de los límites determinados por las coordenadas Lambert del Sistema Cuba Norte.

Se accede de la misma manera que en Victoria I.

## **1.5 Caracterización geológica general de la región**

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 obducido 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.

### **1.5.1 Caracterización del Complejo Ofiolítico**

Las Ofiolitas de Camagüey forman parte del cinturón del Complejo Ofiolítico que se extiende por toda la Isla de Cuba y que fue interpretado de manera diferente durante los últimos años con respecto a su formación y emplazamiento, este se ha subdividido en su corte o sección vertical ideal, de abajo hacia arriba, en los complejos siguientes:

- 1- Complejo de ultramafitas metamorfizadas (tectonitas).
- 2- Complejo cumulativo.
- 3- Complejo de diques.





#### 4- Complejo efusivo – sedimentario.

Además, se diferencian rocas asociadas como albititas y distintas metasomatitas (Rodingitas, Listvanitas).

El complejo de las tectonitas ocupa aproximadamente el 80 % del área de las ofiolitas afloradas, un 15 % del área las rocas del complejo cumulativo, mientras que el efusivo aflora solamente en pocos kilómetros cuadrados. La extensión menor, en partes de forma puntual, la tienen las rocas asociadas.

El complejo de tectonitas se compone en lo esencial de peridotitas serpentinizadas como harzburgitas, lherzolitas y wherlitas y subordinadamente de piroxenitas y dunitas serpentinizadas. Según criterios geólogo – estructurales, teniendo en cuenta el grado de la formación de las serpentinitas, se pueden diferenciar los tipos masivo, foliado brechoso y triturado.

En el complejo peridotítico o de tectonitas abundan los cuerpos cromíticos en sus partes superiores, pero también se presentan cuerpos de mena en las partes más profundas. Los cuerpos de cromita son tabulares y podiformes y se encuentran en la mayoría de los casos en las dunitas y también en las harzburgitas serpentinizadas en la base del perfil cumulativo conocida como zona de transición.

#### 1.6 Recursos minerales

Teniendo en cuenta las extracciones realizadas en las décadas del 40 y del 50 del siglo XX por compañías norteamericanas y cubanas, los trabajos de Búsqueda Acompañante de cromita en el marco del Levantamiento Geológico a escala 1:50 000 y posteriormente la Búsqueda Detallada más reciente en los yacimientos más importantes, el nivel de conocimiento de los recursos de cromita de la provincia de Camagüey se considera alto, con la presencia de más 350 yacimientos y manifestaciones con más de 1.3 millones de toneladas.

Las potencialidades del distrito de Camagüey son muy amplias, solo se han cubierto unos 70 kilómetros cuadrados de aproximadamente unos 1200 kilómetros cuadrados en los que aflora el complejo de rocas ofiolíticas a las que se asocian las cromitas, se debe



tener también en cuenta las posibilidades de incremento de los recursos en los flancos de los cuerpos minerales donde se han realizado extracciones anteriormente.

Se considera que existen recursos suficientes para comenzar la extracción en los yacimientos con mayor grado de estudio, se necesita además realizar trabajos de exploración en otros en dependencia del desarrollo minero y acometer trabajos de prospección en áreas perspectivas.

Con los trabajos de exploración de explotación previstos para los yacimientos con mayor grado de estudio (Mamina, Victoria I y Victoria II) se garantizaría la extracción de 278481 toneladas. Con vistas a garantizar las 608861 toneladas en categoría de Reservas Probadas para los doce años de explotación se tiene previsto la realización de trabajos de desarrollo geológico en ese mismo orden, en los yacimientos que se relacionan a continuación, teniendo en cuenta que el orden en que se investiguen geológicamente será el mismo en que entren en explotación.

<i>Yacimiento</i>	<i>Recursos (t)</i>	<i>Estadío de investigación</i>	<i>Volumen proyectado (m)</i>
Mamina	97 450	Exploración de explotación	150 m (3 pozos)
Victoria I	149 770	Exploración de explotación	150 m (3 pozos)
Victoria II	34 070	Exploración de explotación	150 m (3 pozos)
Rosita	47 985	Exploración detallada	250 m (6 pozos)
Progreso ampliación	4 990	Exploración detallada	50 m (2 pozos)
Progreso	1 115	Exploración detallada	50 m (2 pozos)
Lolita	86 675	Exploración detallada	380 m (5 pozos)
Lolita ampliación I	12 545	Exploración detallada	70 m (2 pozos)
Lolita ampliación II	4 575	Exploración detallada	30 m (1 pozo)
Ferrolana	52 980	Exploración detallada	200 m (4 pozos)
<b>Total</b>	<b>492 155</b>		<b>1480 m (31 pozos)</b>

Los recursos estimados en los principales yacimientos de cromo en Camagüey se muestran en la tabla No 1.

Debido al gran volumen de información que se genera y la similitud del método de minería a utilizar solo se reflejará en este estudio las características geológicas del Yacimiento Mamina y su método de explotación, siendo este último similar al del



Yacimiento Victoria I y Victoria II, para la determinación del valor económico y posibilidades económicas de su explotación y comercialización, serán utilizados los tres yacimientos.

Tabla No 1. Recursos estimados en los principales yacimientos de cromo en Camagüey.

Yacimientos	Recursos (Mt)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	CaO %	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr/Fe
Camagüey II.	705.375,0	29,50	26,55	6,80	1,72	56,05	
Mamina.	97.450,0	29,69	27,71	5,48	0,61	57,40	2,49
Victoria I.	149.770,0	29,18	26,94	6,57	0,96	56,12	2,65
Victoria II	34.077,0	29,04	27,14	6,81	2,49		
Rosita.	47.985,0	29,51	24,00	6,60	0,63	53,51	
Ferrolana.	52.980,0	28,20	25,10	7,50	2,01	53,30	2,53
Lolita.	86.675,0	28,14	25,74	7,26	0,22	53,88	
Ofelia.	55.100,0	24,30	23,27	10,62	0,16	47,57	
Guillermina.	30.330,0	23,67	25,93	11,97	6,82		
Porvenir.	34.270,0	25,58	23,82	10,48	0,73		
Bertholdina.	35.932,0	21,25	19,38	12,87	0,37		
<b>Total</b>	<b>1.329.944,0</b>						

## 1.7 Características geológicas del yacimiento Mamina

### 1.7.1 Composición química del mineral

Los contenidos promedios para el yacimiento son: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 29,69 %, SiO<sub>2</sub>: 5,48 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 27,71 % y CaO: 0,61 %. El mineral que se comercializó a través de la Empresa Cromo Moa tenía un contenido promedio de: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 32,20 %; SiO<sub>2</sub>: 5,46 %; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 27,41 %; CaO: 0,4 %; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 15,11 % y MgO: 18,38 %, luego de ser separado en rajón y fracción fina sin otro tratamiento.



### 1.7.2 Propiedades físico-mecánicas y características geotécnicas

Considerando que las variedades litológicas para todos los yacimientos de cromo de la zona de Camagüey son las mismas y su grado de tectonismo tampoco se diferencia notablemente, se pueden tomar por analogía hasta cierto punto las propiedades físico – mecánicas obtenidas en el yacimiento Victoria I. A continuación en la tabla No 2, se exponen los resultados de las propiedades físico-mecánicas del yacimiento Mamina:

Tabla No 2. Propiedades físico-mecánicas del yacimiento Mamina.

Parámetros	U/M	Gabro	Serpentinita	Cromita
Peso volumétrico	g/cm <sup>3</sup>	2.59	2.36	3.72
Humedad absoluta	%	0.65	1.13	0.26
Humedad relativa	%	0.64	1.13	0.26
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	--	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

### 1.7.3 Características hidrogeológicas del yacimiento

El yacimiento se encuentra dentro del Complejo Acuífero de las ofiolitas, formado por los Complejos Peridotítico, Cumulativo, de Diques y Efusivo. Todos caracterizados por bajas propiedades de filtración, por lo que no se puede analizar independientemente, sino como un sistema hidráulico único. Los pozos investigados por la Empresa de Hidroeconomía ubicados en áreas dislocadas tectónicamente son representativos de zonas acuíferas.

En Mamina se realizaron trabajos hidrogeológicos con el objetivo de determinar los parámetros hidrogeológicos y principalmente el caudal para estudiar la afluencia de



agua a los pozos y la relación que pudiera existir entre el pozo y la cantera en ambos lugares. Los resultados se pueden tomar análogamente para el resto de las áreas que tienen características geológicas similares. Sus valores límites son los siguientes:

Gasto Q	0.116 - 0.78 l/s
Abatimiento	5.4 – 41.92 m
Transmisibilidad	0.61 – 4.29 m <sup>2</sup> /d
Coeficiente de filtración	0.0008 – 0.088 m/d

Se debe señalar que estos resultados son del bombeo de prueba (instantáneo). Sin embargo, los pozos de la Empresa de Hidroeconomía arrojaron valores de Q desde 0.3 - 19.5 l/s y un abatimiento de 1 - 31.35 metros. Estas investigaciones indican la poca afluencia de agua a los pozos, los caudales de agua y las propiedades de filtración son pequeñas por lo que puede fundamentarse que la Asociación Ofiolítica se caracteriza por presentar baja acuosidad.

#### 1.7.4 Características de las rocas encajantes

El estudio petrográfico de secciones delgadas nos indica que las serpentinitas duníticas presentan textura masiva, estructura reticular y están formadas casi completamente por crisotilo, prácticamente sin relictos de minerales primarios. Con frecuencia se observan granos de cromita en cantidades entre 2 % y 5 %, aunque aparecen además en finas grietecillas. Están presentes óxidos e hidróxidos de hierro y magnetita secundaria. También ocurren procesos de intemperismo, agrietamiento y cataclasis. En algunas secciones aparecen grietas rellenas por material algo triturado y abundante calcita a la cual aparecen asociados sulfuros dispersos.

Las serpentinitas duníticas sirven completamente de roca encajante a la mineralización cromífera en este yacimiento, y sólo, en aislados puntos, ya lejos del cuerpo mineral se han detectado fragmentos que presentan segregaciones peridotíticas. Los diques de gabro son raros en el yacimiento. En los casos encontrados suelen ser gabros olivínicos serpentinizados, de textura masiva y estructura gábrica, con granulometría de fina a media. En gran parte, el olivino relictico está serpentinado y las plagioclasas, alteradas y sustituidas por saussurita.



Las rocas encajantes a la mineralización cromífera genéricamente llamadas serpentinitas se utilizan muy a menudo en la construcción como relleno de obras, específicamente en los caminos. Algunas variedades como las dunitas, pudieran ser utilizadas en la industria como material refractario, ya que recientemente se han estudiado sus aplicaciones en la fabricación de moldes de fundición y pinturas antiadherentes para los mismos. La utilización de ciertas cantidades de roca encajante en otros usos de la economía presupone un mejor resultado de la factibilidad económica de explotación de este yacimiento.



## **CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO MAMINA**

A continuación se describirá el Proyecto de explotación del yacimiento Mamina, teniendo en cuenta la capacidad de producción de la mina, el método y sistema de explotación, los procesos tecnológicos fundamentales a desarrollar y las operaciones auxiliares a desarrollar en la mina.

Las principales operaciones del proceso productivo son:

- Desagüe.
- Desbroce.
- Escombreo y formación de escombreras.
- Arranque con explosivos.
- Carga y transporte.
- Almacenamiento.
- Preparación mecánica del mineral.

### **2.1 Capacidad de producción anual y vida útil de la mina**

La capacidad de producción anual y vida útil de la mina, se determinó tomando en consideración el cálculo de reservas y teniendo en cuenta la demanda actual del producto, siendo aproximadamente 44000 t, de ellas 32000 t rajón y 12000 t de concentrado. Será posible garantizar la misma por un período de producción de aproximadamente dos años.

### **2.2 Apertura**

#### **2.2.1 Método de apertura**

El yacimiento se localiza en una zona de desarrollo agrícola, al Noroeste, a 300 m, se encuentra un depósito de agua estancada, al Este una extensa maleza y al Norte, zonas agrícolas, todo esto en un área de de 50000 m<sup>2</sup> (Concesión del yacimiento).



El modo de explotación que se empleará es a cielo abierto, lo que condiciona que la apertura se realice mediante una rampa de acceso inclinada con trincheras sucesivas que sirvan de acceso a todos los niveles.

Los factores fundamentales que influyen sobre los índices técnico-económicos de la apertura son: el volumen de las excavaciones, los gastos para su laboreo, equipamiento, tiempo de apertura de los diferentes horizontes, plazo de construcción de toda la cantera, la distancia de transportación y los gastos para este proceso productivo, entre otros.

La apertura del yacimiento será mediante semitrincheras maestras independientes por la parte Noreste, a partir de éstas se construirá una trinchera de corte para preparar la plataforma de trabajo y desde la misma se iniciará la minería. Esta semitrinchera se excavará siguiendo la topografía en la cota +34, como piso del banco inicial (+30). El acceso a bancos inferiores se hará con trincheras de corte.

#### Parámetros de diseño de la trinchera maestra o rampa de acceso

Una vez realizado el desagüe de la cantera se procederá a realizar las labores de preparación para la trinchera maestra o rampa de apertura, la cual iniciará con las labores de profundización y ensanchamiento en la cota +34, colindante con el camino de acceso, hasta la cota +30. De igual forma se profundizará hasta el banco inferior y se empezará las labores de ensanchamiento conformando así trincheras inferiores. Ver la figura 2 en el anexo 2.

Los parámetros de diseño para las rampas o trincheras de acceso son los siguientes:

- Ancho ----- 11m
- Pendiente longitudinal ----- 30 %
- Longitud ----- 13,7 m
- Pendiente transversal (peralte)----- 1,5 %
- Longitud de la plataforma horizontal para pasar de un nivel a otro ----- 15 m.
- Cuneta para el drenaje en forma de “V”, con un ancho y profundidad de 40 cm.





### Características constructivas de la semitrinchera de apertura

Ancho	34m
Largo	45 m
Volumen de corte	5.419,20 m <sup>3</sup>
Plazo de construcción	2 días
Profundidad	4 m
Inclinación	12 %

### Trinchera de corte

Para la apertura al banco +20 se realizará una trinchera de corte, esta excavación se realiza a partir de la trinchera de apertura maestra y tiene como finalidad crear un frente inicial de trabajo en el escalón.

La longitud de la trinchera de corte será como mínimo equivalente al ancho de la plataforma de trabajo, de manera que una vez ampliada en la dirección de desarrollo del frente los equipos puedan operar sin dificultad. El ancho será igual al ancho de la trinchera de apertura, siendo ésta una continuación de la misma pero en la horizontal. Una vez terminada la trinchera de corte queda el frente listo para pasar al destape o extracción de mineral según sea el caso y desde el cual se puede desarrollar el mismo de acuerdo al sistema de laboreo establecido.

El equipamiento a usar para las labores de apertura serán Bulldozers y Cargadores.

### Características constructivas de la trinchera de corte

Ancho	3 m
Largo	29,47 m
Volumen de corte	10.329,54 m <sup>3</sup>
Plazo de construcción	5 días
Profundidad	10 m
Inclinación	50 %

De igual manera se aperturan los bancos sucesivos.



## **2.3 Descripción de los procesos tecnológicos a realizar en la explotación del yacimiento Mamina**

Los procesos básicos a desarrollar en el yacimiento son: el desbroce, escombreo, arranque, transporte de la masa minera, almacenamiento del mineral y las rocas de destape, así como la preparación primaria del mineral y su beneficio. Se realizan además otros procesos auxiliares generales como el suministro eléctrico, el desagüe, el muestreo de los minerales, el mantenimiento y reparación de los equipos, etc., que aseguran la ejecución de los trabajos mineros.

### **2.3.1 Desagüe**

Según los datos de estudios realizados el área donde se ubica el yacimiento Mamina pertenece a la Asociación Ofiolítica de Camagüey, caracterizada por acuíferos de baja acuosidad.

En la secuencia Camagüey se encuentra el Complejo Acuífero de las ofiolitas, formado por los Complejos Peridotítico, Cumulativo, de Diques y Efusivo. Se caracterizan por bajas propiedades de filtración, siendo semejantes todas, por lo que no se puede analizar independientemente, sino como un sistema hidráulico único. Los pozos investigados por la Empresa de Hidroeconomía ubicados en áreas dislocadas tectónicamente son representativos de zonas acuíferas.

Según los reconocimientos realizados en el área es evidente la presencia de depósitos de aguas, uno de ellos relacionado con zonas explotadas ya abandonadas, sobre la cual se ha ido acumulado en el tiempo volúmenes considerados de aguas y a 100 metros de la misma es apreciable una depresión saturada de agua, cuya fuente pueden ser las precipitaciones atmosféricas y la posible comunicación con alguna fisura que sirva de comunicación con los acuíferos presentes. También se aprecia la presencia de un manantial de caudal constante que es usado para el abasto de agua al poblado. Ver Figura 3 del anexo 2.



### Propuesta de drenaje

Debido al anegamiento del yacimiento Mamina es preciso antes de su explotación realizar la extracción de las aguas aquí localizadas, proponiendo con este fin la construcción de una estación de bombeo que evacue las aguas del yacimiento.

La estación de bombeo estará compuesta por dos motobombas centrífugas, con aspiración automática, móvil, con un caudal de 40 m<sup>3</sup>/h, y altura manométrica de 40 m, más una bomba de reserva. Las mismas evacuarán las aguas hasta el depósito de agua ubicado a 100 metros del mismo y en una cota inferior.

La afluencia de las aguas subterráneas se controlará mediante un sistema de zanjas que tributarán a un depósito receptor desde donde se bombearán hacia el exterior.

#### **2.3.2 Desbroce**

El desbroce consiste en la extracción y retiro de los arbustos, plantas, tocones, malezas, basura y cualquier otro objeto no deseable, de la zona de la cantera. Esta labor es preparatoria y tiene la finalidad de crear las condiciones óptimas para las demás labores preparatorias como lo es la apertura, etc. Estas labores sólo se limitarán al área de la cantera y escombreras, no debiendo excederse de sus límites.

Los productos del desbroce se retirarán de la zona de la cantera y se ubicarán en un depósito localizado al oeste de la cantera. Ver la figura 4 del anexo 2.

Como primera tarea será necesario evacuar las aguas que abarca toda la cantera, posteriormente se requiere una limpieza de toda el área con la combinación Camión – Cargador. Ver la figura 4 del anexo 2.

La potencia promedio de desbroce en la zona no explotada con anterioridad es de 0,7 m, y teniendo en consideración que el relieve de la superficie del yacimiento es prácticamente llano y la potencia de destape es pequeña, se recomienda realizar la extracción de la capa vegetal con Bulldozer.



El depósito no tendrá más de 5 m de altura, ocupando un área de 4029,26 m<sup>2</sup>; se deberá proteger con zanjas de drenaje en su periferia para evitar su erosión; antes de la operación de éste se debe retirar la vegetación de la zona.

### 2.3.3 Escombreo y conformación de escombreras

Durante la planificación y proyección de las labores de escombreo se consideraron los siguientes factores:

- Garantía de una geometría estable.
- La capacidad del almacenamiento, ubicación a una mínima distancia de la cantera, estar situadas en áreas sin mineral útil y que faciliten la creación de las condiciones de seguridad del trabajo.
- El método de escombreo y los medios de mecanización garantizan el almacenamiento continuo de rocas, la capacidad de recibimiento, los gastos mínimos y la productividad máxima de los trabajadores.
- Proporcionar un sistema de drenaje que impida las acumulaciones e infiltraciones en las escombreras.
- Mínima afectación al entorno paisajístico.
- Uso de criterios de escala: tamaño de la escombrera y donde se ubica.

#### Parámetros de diseño de las escombreras

- |  |                 |
|--|-----------------|
| • Altura para cada piso                          | 5 m             |
| • Cantidad de pisos                              | 3,0             |
| • Ángulo del talud                               | 39°             |
| • Relación del talud                             | 1V:1.25H        |
| • Berma de seguridad                             | 3 m             |
| • Ancho de la rampa de acceso                    | 10 m            |
| • Pendiente máxima de la rampa de acceso         | 10 %            |
| • Tipo de cuneta de desagüe para rampa de acceso | en forma de "V" |
| • Ancho y alto de la cuneta                      | 40 cm           |
| • Talud de la cuneta                             | 1:1             |
| • Pendiente para bombeo                          | -2 %            |
| • Factor de seguridad (FS)                       | 1,25            |



La línea de saturación está determinada por las ecuaciones de propuestas por CASAGRANDE (1934), suponiendo la existencia en el terreno de una red de filtración en régimen estacionario. Además de estas consideraciones, se han asumido las siguientes simplificaciones: el material se considera homogéneo en toda la constitución del mismo, el círculo de rotura se hace pasar siempre por el pie del talud, y se considera la existencia de una grieta de tracción que puede estar situada por encima o por debajo de la cresta del talud

### Drenaje de las escombreras

Por el efecto desestabilizador que posee el agua, que es además el principal medio de transporte de partículas, se incluye un sistema de drenaje a través de una zanja en la periferia de las escombreras. La zanja será de 1 m de profundidad, un metro de ancho por el fondo y un talud 1V:2H, la pendiente mínima será de 2 % y se adecuará a la topografía del lugar. La zanja debe estar ubicada a una distancia mayor de 5 m del pie del talud para no provocar su socavación y que posibilite su derrumbe.

Las bermas de seguridad se conformarán con una inclinación de – 2 % hacia interior, de manera que las aguas pluviales sean evacuadas a través de cunetas en el pie del talud de cada piso que tendrán, a su vez, forma de “V” y con pendientes de -2 % hacia la salida exterior de las escombreras para unirse al drenaje periférico. Debido a la erosión estas cunetas pueden ser afectadas grandemente, por esta razón se recomienda su mantenimiento siempre que se necesite, mediante la colocación de rellenos y nivelación y reconfiguración de éstas. Se debe impedir la evacuación del agua a través de los taludes. Ver figura 5 del anexo 2 donde se muestra una vista en 3D de las escombreras y depósito de baja ley.

### Volúmenes de la escombrera

A partir del diseño final de la cantera se estiman 182510,95 m<sup>3</sup> de estéril en estado in-situ, el cual deberá depositarse en la escombrera diseñada.

#### **Características**

Ubicación

#### **Escombrera**

Este



<b>Características</b>	<b>Escombrera</b>
Área (m <sup>2</sup> )	11127,33
Volumen (m <sup>3</sup> )	70312,30
Cota inicial (m)	33
Cota final (m)	43
Altura promedio (m)	10
Cantidad de pisos	2
Fecha operación	I Trimestre

### 2.3.4 Arranque

Considerando fundamentalmente las características físico mecánicas de las rocas del yacimiento y teniendo en cuenta que la parte superior está mas alterado, el arranque para la extracción de material, se hará con explosivos.

#### Arranque con explosivo

Para el arranque con el uso de explosivo, se calcularon (por el método automatizado PROBENCH) los parámetros necesarios para los trabajos de perforación y voladuras, resultando el pasaporte de perforación y voladuras. Ver figura 6 del anexo2, representativa de un Banco a Explosionar.

Los principales índices presentes en el pasaporte de perforación y voladura se muestran a continuación.

Datos	U/M	Valor
Altura del banco	m	10
Ancho del banco	m	11
Cantidad de roca volada	m <sup>3</sup>	56000
Cantidad de filas	-	3
Piedra promedio	m	3,5
Espaciamiento	m	5
Consumo específico	kg/m <sup>3</sup>	0,38
Diámetro de perforación	mm	115
Total de barrenos requeridos	-	306
Perforación requerida	ml	3262
Extraperforación	m	0,50



Datos	U/M	Valor
Línea de menor resistencia	m	3
Longitud del barreno	m	10,7
Longitud de relleno	m	2,50
Carga de columna total (Anfo)	kg	19469,97
Carga de fondo total (Tectron)	kg	1897,2
Retardo	u	612
Conexiones de superficie	u	1224

Se realizará la fragmentación secundaria de las rocas sobre medidas con un martillo rompedor.

También se realizarán voladuras de remoción y de precorte en los bordes de las canteras para conformar los taludes finales de la misma.

Los taladros estarán dispuestos al tresbolillo para garantizar una fragmentación con la granulometría lo más uniforme posible.

### **2.3.5 Carga y transporte**

#### Carga

La actividad de carga tanto en el mineral como en el estéril, se ejecutará con el uso de una excavadora en el primer nivel de la cantera y con cargadores en los demás niveles (Ver las figuras 7 y 8 del anexo 2).

Los cálculos necesarios se realizaron también por método automatizado, mediante el uso de una aplicación desarrollada con tal finalidad. La tecnología de la actividad es el material arrancado con una retroexcavadora, se carga a un camión que lo transportará a la escombrera y el cargador lo hará al skip, que posteriormente lo depositará en los camiones para su próximo destino, (escombrera o planta de procesamiento mineral).



## Transportación del mineral y del estéril

El transporte del mineral a la planta de procesamiento se realizará con camiones, que serán ayudados por un equipamiento de izaje (winche) para lograr la pendiente de 50 %.

Esta labor es parte de los trabajos mineros en la cantera, a través de la cual se traslada el mineral hacia los depósitos o la planta para su procesamiento y el estéril para las escombreras. La transportación del mineral y el estéril se realizará usando camiones volteo de 27 t de capacidad, la cual constituye un esquema cíclico.

### **2.4 Tecnología para la planta de producción de cromo**

#### **2.4.1 Descripción tecnológica de la instalación**

##### Planta de selección manual

La tecnología de beneficio consiste en una planta destinada a la clasificación granulométrica del material minado, por la vía húmeda, con capacidad máxima de 90000 t/año, aunque se prevé una producción menor que equivaldría a unas 113,5 t/día (32000 t/año). Esta planta está diseñada para la selección manual del producto rajón (fracción 20-350 mm), y cuenta además con un esquema colateral de molienda, tamizado y beneficio para el producto fino (fracciones <0 - 20 mm) derivado del proceso inicial.

Al principio del proceso se montará una tolva receptora No. 1 (30 m<sup>3</sup> de capacidad), con salida de descarga en la parte inferior, hacia un alimentador dosificador recíprocante, que extraerá el material minado y lo entregará a la criba para la clasificación del mismo en dos fracciones (<20 mm y >20 - 350 mm), donde existirá además un aspersor para el lavado del mineral. La fracción fina (<20 mm) se descargará a una tolva inferior No. 2 (entre 10-12 m<sup>3</sup> de capacidad) para ser procesada posteriormente, y el rajón seguirá a una banda transportadora a baja velocidad, de la cual se extraerá, de forma manual por los obreros seleccionadores el escombro contenido en la masa minada, el que se almacenará luego en la tolva No. 3 (entre 10-12 m<sup>3</sup> de capacidad) ubicada debajo de la banda transportadora. El mineral limpio continuará por la banda transportadora y se descargará a la tolva No. 4 (entre 10-12 m<sup>3</sup> de capacidad) la cual contará con un tamiz





para clasificar el rajón menor de 75 mm, el cual si es necesario será procesado en la planta hidrogravimétrica para obtener un concentrado de alta calidad, el rajón mayor de 75 mm será almacenado como producto terminado en la tolva No.5. Se adicionará otra tolva (No.6), para depositar los fragmentos que tengan parte de mineral y parte de escombros como un producto intermedio que será posteriormente procesado para su separación en mineral y escombros, con ello se estima incrementar la recuperación total en un 5 %. Este proceso se conoce como selección manual. En la figura 9 del anexo 2 se ilustra el diagrama de flujos de esta sección.

### Planta hidrogravimétrica

La fracción fina del mineral obtenida del cribado inicial, así como la fracción de rajón entre 20 y 75 mm, se procesarán en un sistema que consta de un triturador de cono de dos pies, dos zarandas de dos paños cada una, tres mesas hidráulicas pulsantes y dos mesas de concentración de un tablero, que se encargarán del lavado, clasificación y beneficio de las distintas fracciones granulométricas, según las solicitudes de los clientes.

Este proceso se conoce como beneficio hidro-gravimétrico, que basa su principio en la diferencia de peso entre el mineral y la ganga. En la figura 18 de los anexos se ilustra el diagrama de flujos de esta sección.

Las aguas sucias derivadas de ambos procesos, se colectarán y pasarán por un sistema de trampas (dos piscinas de decantación a diferentes niveles que se comunican por reboso) para que precipiten los sólidos y el agua llegue limpia a un reservorio final, desde el cual se re-circulará nuevamente el agua al proceso.

Debe señalarse como aspectos de interés que no se utilizarán agentes químicos en este proceso, y que el mineral de cromita es inerte, por lo que no existirá contaminación química que agreda al Medio Ambiente.

## 2.5 Caminos mineros

La carretera hasta el poblado Minas se encuentra aproximadamente a 500 metros del yacimiento, este tramo se encuentra deteriorado, se acondicionará este trayecto que constituye el camino de acceso a la mina. Este será diseñado para camiones de carga de 27 t, tendrá una pendiente máxima de 3 % y un ancho de 12,6 m aproximadamente, incluyendo el canal de desagüe y las bermas de seguridad. En las zonas blandas arcillosas, los mismos serán mejorados con material rocoso, suavizadas sus curvas y rasantes, garantizando el máximo de seguridad. Ver gráfico 2.

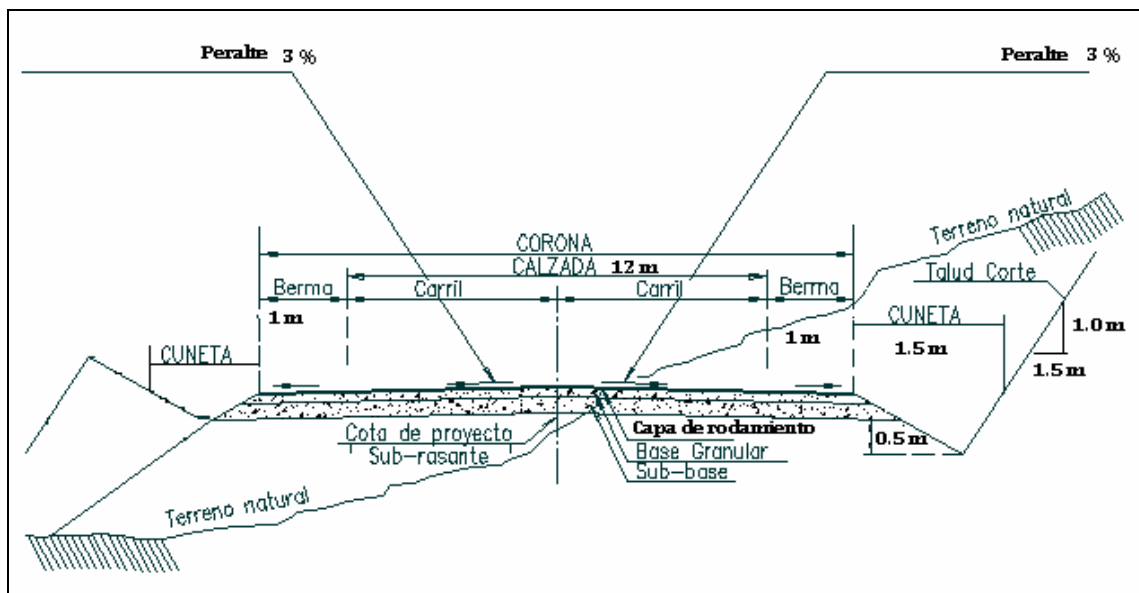


Gráfico 2. Sección típica de corte y relleno de un camino

Se tomó como base el uso de los camiones de volteo de 27 t para proponer las normas de diseño del camino de acceso a la escombrera, teniendo en cuenta fundamentalmente las dimensiones, peso y pendientes a vencer.

A continuación se relacionan los criterios generales de diseño a tomar en consideración en el desarrollo de este proyecto:

- El ancho de la calzada del camino se estimó de acuerdo a las dimensiones del equipo de transporte: 12 m.
- Peralte de 3 % a ambos lados de la calzada. El peralte del camino se diseñó para una velocidad máxima de 40 Km/h.
- Berma de seguridad de 1 m a ambos lado del camino.



- Cunetas de drenaje en forma de V, con un ancho superior de 1,5 m, y una profundidad de 0,50 m.
- La inclinación de los taludes, tanto en corte como en relleno, de 1V:1.5H.
- Radio mínimo de curvatura de 30 m en las zonas que no se puedan realizar curvas de radio de 50 m.
- Súper elevación: 2 % en curvas con radios mayores de 100 m y 3 % en curvas con radios menores de 100 m.
- El revestimiento del camino se hará con material rocoso, con un espesor de 0,4 m.
- La compactación de los materiales de relleno se hará al 95 % a máxima densidad del ensayo Proctor Standard Modified e índice California Bearing Ratio (CBR)  $\geq 50$  %, el cual varía según el tipo de capa.

## 2.6 Método y sistema de explotación a emplear

Dadas las características y condiciones que se presentan en el yacimiento, sobre todo su cercanía a la superficie (afloramientos en parte), es obvio, que el yacimiento Mamina será explotado por el método de explotación a cielo abierto.

Este yacimiento se encuentra restringido en cuanto a los límites de la concesión y objetivos económicos colindantes limitan la construcción de un diseño en toda su extensión.

Se consideraron tres variantes:

- Pit Vertical: (Ver representación esquemática Figura 10 de Anexos)
- Pit inclinado: (Ver representación esquemática Figura 11 de Anexos).
- Pit Tradicional (Espiral): (Ver representación esquemática Figura 12 de Anexos).

Se determinó rechazar la variante de Pit Vertical basado en los criterios técnico – operativos siguientes:

- El talud final del diseño para la variante de pit vertical sería de 90° y requeriría un estudio del agrietamiento en la zona, el cual no se ha ejecutado.



- Teniendo en consideración que el cuerpo mineral tiene una extensión en su nivel más amplio de 103,77 m y que el diámetro óptimo del Pit estaría en los 115 y 120 m, los riesgos de desprendimiento de rocas, deslizamientos, crearían condiciones insegura para el trabajo.

Se proyectaron las otras dos variantes en el software GEMCOM, obteniendo los siguientes resultados:

Variante I: Variante Pit Inclinado (50 % pendiente)

Variante II: Variante Pit Tradicional (Espiral)

<i>Reporte de variante de diseño</i>				
		Variante I	Variante II	Diferencia
Masa Minera	t	641581,73	962825,88	321244,15
Reservas	t	89062,41	86868,71	-2193,71
Estéril	t	552519,32	875957,17	323437,86
Coeficiente de Destape	t/t	5,63	9,20	

Como se puede observar la variante I muestra un menor movimiento de escombros y un mayor aprovechamiento de las reservas. En la variante II el movimiento de estéril es considerable alcanzando valores en diferencia de 321244,15 t y se dejan de extraer por concepto de diseño 2193,71 t de recursos, lo que equivale aproximadamente a 1952401,90 USD según referencia de los precios actuales (USD 0,89 / libra de cromo contenido), publicados por FERROCROMO.

Sobre esta base, desde el punto de vista técnico-económico se eligió realizar el diseño de la variante I (Variante Pit Inclinado (50 % pendiente)). Ver Figuras 13 y 14 del anexo 2.

El sistema de explotación a emplear, según el orden de los trabajos propuesto por el Académico V. V. Rshvsky y el profesor Titular A. V. Arsentiev, será **el sistema con profundización en un pit inclinado por bancos** o escalones de 10 m de altura y por bloques de explotación con tamaño 5 m x 5 m (a través del rumbo y perpendicular al rumbo, respectivamente), los cuales se dispondrán en dirección longitudinal con respecto al campo de cantera. Los bancos se conectarán a través de la rampa de



acceso, con sus correspondientes características para el traslado óptimo de la masa minera.

Los principales elementos del sistema de explotación son: escalones de trabajo, bandas de excavación, trincheras de apertura, plazoletas de trabajo, zanjas de preparación, escombreras interiores, etc. Los parámetros de cada uno de estos elementos son tratados en acápite incluidos en el proyecto.

Para el correcto diseño se cubrieron etapas de investigación geológica, producto de las cuales se obtuvo el modelo del yacimiento con todas sus características litológicas y estructurales, que permitieron optimizar la geometría del pit final y establecer la planificación de las labores, el control de la calidad del mineral y la factibilidad de la inversión.

A partir de que la cantera se encuentre seca y se haya realizado la limpieza del fondo, se procederá a la profundización de la misma. Se realizará la trinchera de apertura y una trinchera de corte para cada nivel, cuando se haya realizado el avance de la trinchera de corte hasta descubrir todo el cuerpo mineral, se ampliará la trinchera hacia el borde activo de la cantera, en una distancia equivalente al tamaño de la plazoleta de trabajo, una vez que se alcance esta distancia se comenzará la trinchera de apertura del nivel inferior.

Se tomó un ancho por el fondo de las trincheras de apertura 50 metros. La diferencia de cota entre cada uno de los niveles de extracción será de 10 metros, hasta llegar a la cota -20, límite proyectado de la cantera. La cota de los horizontes proyectados es +30; +20; +10; 0; -10 y -20.

Una vez realizado el desagüe se procederá a ensanchar la trinchera en el nivel +20, para ello será necesario mover parte del estéril que se encuentra en el banco superior de la cantera, en el borde izquierdo, sucesivamente se realizará la apertura del nivel +20, una vez se logre el avance correspondiente a un bloque de explotación se realizará la apertura del nivel +10, esta secuencia de apertura se desarrolla por los niveles +10; 0; -10 y -20.

## Secuencia de ataque o frente de explotación

Dentro del método convencional de explotación por banqueo descendente, en el caso de estudio se avanzará de manera longitudinal, se iniciará en las cotas superiores del yacimiento y progresando de techo a muro del paquete de masa mineralizada. Una vez que el banco haya avanzado hasta el límite; se avanzará de manera transversal garantizando la explotación total del banco. Se iniciará el arranque del segundo banco a una cota inferior, progresando igualmente así sucesivamente hasta llegar al fondo proyectado. Ver figuras 15 y 16 del anexo 2.

## 2.7 Diseño de la cantera

### 2.7.1 Diseño final operativo de la cantera

Sobre la base del equipamiento, concesión minera, cuerpo mineral, leyes de corte se procedió a realizar el diseño final operativo de la cantera, teniendo en cuenta los parámetros minero-técnicos para el desarrollo eficaz de la misma.

Se realizó la proyección de la cantera con GEMCOM y se midieron los ángulos de talud para el borde activo e inactivo de la cantera, determinándose lo siguiente:

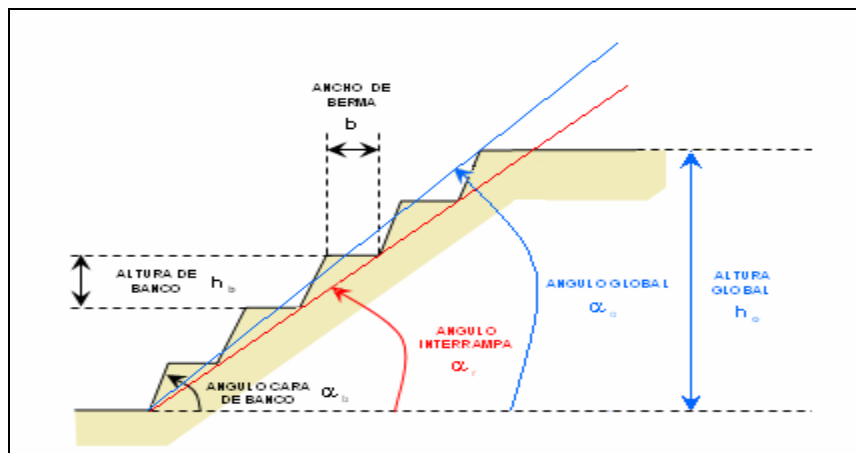


Gráfico 1. Parámetros que definen la geometría de un talud minero

- Angulo del talud general de la cantera en el borde activo:  $67^{\circ}$ .
- Angulo del talud general de la cantera en el borde inactivo:  $70^{\circ}$ .

Los parámetros constructivos básicos del diseño de Mina siguientes:



- Altura del banco: 10 metros.
- Angulo de inclinación del talud: 80°.
- Ancho de las bermas de seguridad 4 m
- Ancho de las bermas de transporte: 10 m
- Ancho de la trinchera de corte: 15 m
- Angulo del talud general de la cantera en el borde activo: 67°
- Angulo del talud general de la cantera en el borde inactivo: 70°
- Profundidad límite para la estimación de las reservas: -20 m

## 2.7.2 Estrategia general de profundización de la cantera

La mina se conformará entre las cotas +30 m y -20 m, implicando una profundidad de explotación máxima de unos 50 m. En la cota +30 m se profundizará garantizando la explotación de los bancos inferiores. La masa minera se ha estimado en 225141,9 t, dentro del cono de explotación de la mina diseñada. El coeficiente medio de destape en la explotación resultó de 1,33 t/t.

## 2.8 Pérdida, dilución y pesaje de mineral

Los parámetros de pérdida y dilución, se estimaron por analogía y la experiencia de trabajo con los yacimientos de cromita de la región; estos parámetros se reajustarán en el transcurso de la explotación del yacimiento. Porcentajes de dilución (10 %) y pérdidas (2 %).

### Cálculo de recursos por rangos de leyes de Cromo:

Grupo de Leyes %	Volumen $m^3$	Densidad $t / m^3$	Tonelaje T	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %
26-34	22304,404	3,7	82526,295	29,62	5,28
22-26	3893,147	3,7	14404,646	24,58	10,52
0-22	580,616	3,7	2148,278	19,53	14,47
Total	26778,167	3,7	99079,219	28,67	6,24

### Recursos base para la estimación de las reservas:

Categoría	Grupo de leyes %	Tonelaje T	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %
-----------	---------------------	---------------	-------------------------------------	-----------------------



Categoría	Grupo de leyes		Tonelaje T	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %
	%				
Medidos	26-34		59516,796	29,51	5,32
Indicados	26-34		23009,499	29,89	5,17
Total Medidos + Indicados			82526,295	29,62	5,28

Reservas de mineral en el campo de cantera:

Tipo de mena	Tonelaje (t)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Cromo 26-34	75310,95	29,6	5,3
Baja Ley	12326,00	24,2	10,9
Total	87636,95	28,8	6,1

Volúmenes de masa minera

Indicador	Volumen (m <sup>3</sup> )	Tonelaje (t)
Estéril	241411,43	653899,50
Baja Ley	3331,35	12326,00
Mineral	22124,25	81859,72
Total masa minera	266867,04	748085,24

Parámetros usados para el cálculo de reservas

Parámetros	Valor
Pérdidas por diseño de la cantera	0,92 %
Dilución en toneladas	2,00 %
Pérdidas por extracción	10,00 %

Teniendo en cuenta el análisis realizado y el escenario base para la ejecución de este proyecto, se prevé operar con los siguientes volúmenes de producción durante la vida de la concesión aprobada para el yacimiento Mamina.

Periodo	Mineral				Estéril		C. Dest. (t/t)	Distancia Tiro (Km)	
	Tm Mineral	Vol Mineral	% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% SiO <sub>2</sub>	Tm	Volumen		Planta	Escombreras
Trim I	22353,57	6041,5	28,7	6,0	414625,3	159462,6	18,77	30	0,20
Trim II	28926,05	7817,9	29,6	5,3	160330,5	57725,1	5,65	30	0,20
Trim III	30580,11	8264,9	30,3	4,8	78943,7	24223,7	2,72	30	0,20
Total	81859,73	22124,3	29,6	5,3	653899,5	241411,4	8,14		





## 2.9 Suministro de energía eléctrica y agua

El suministro eléctrico será mediante la línea de 13.8 Kv que alimentará un transformador trifásico de 60 Hz, 600 Kva y 13,8/0,44 Kv, situado en el área de la instalación, este transformador alimentará una PGD con una potencia demandada de 520 KW desde la cual se controlará eléctricamente todo el equipamiento de la instalación.

El suministro de agua necesaria a la planta industrial y para consumo humano se garantizará desde el acueducto que abastece al poblado Minas.

## 2.10 Equipamiento minero

Para garantizar el traslado de la reserva de mineral de la Cantera Mamina hacia la planta, se necesita asegurar un parque de equipos mineros y equipos auxiliares de aseguramiento de la producción en estado técnico óptimos.

El cálculo del equipamiento minero necesario se realizó tomando en consideración los volúmenes de trabajo para cada actividad, distancia promedio de transportación, el régimen de trabajo, la disponibilidad mecánica y otros datos necesarios.

### Productividad del equipamiento

El cálculo del equipamiento se realizó partiendo de los volúmenes a extraer, el equipamiento disponible y el régimen de trabajo establecido por la entidad constructora.

Para la operación de carga y transporte de la masa minera en el frente de arranque, se contará con la ayuda de un sistema de izaje.

En el primer nivel de explotación la pendiente de la rampa de acceso tendrá como pendiente 12 %, para los demás niveles la pendiente alcanzará los 50 %, por lo que los trabajos de la excavadora se verá limitado a las labores de preparación y apertura del primer nivel (Banco +30), las labores en los demás niveles de explotación lo ejecutará el cargador.



En la tabla 3 aparece el resultado del cálculo de equipamiento necesario para garantizar los trabajos y los principales indicadores.

Tabla No. 3. Resultado del cálculo del equipamiento necesario, principales indicadores.

Extracción y Transporte de la masa minera	U/M	Trimestres		
		I	II	III
Línea de equipo				
Camión Rígido Daewoo de 27 Tn				
Mineral seco en el banco	Tm	22 353,57	28 926,05	30 580,11
Horas de trabajo en el mes	Horas	196,1	253,8	268,2
Productividad horaria de una unidad	t/h	11,40	11,40	11,40
Equipos necesarios	U	2,80	3,63	3,83
Equipos parque	U	2,00	3,00	4,00
Cargador Hyundai Mega 400 de 4 m <sup>3</sup>				
Mineral seco en el banco	t	22 353,57	28 926,05	30 580,11
Horas de trabajo en los meses	Horas	290,0	380,00	400,00
Productividad horaria de una unidad	t/h	770,74	770,74	770,74
Equipos necesarios	U	0,04	0,05	0,06
Equipos parque	U	1,00	1,00	1,00
Bulldozer Komatsu DT 85				
Volumen a remover	m <sup>3</sup>	6 041,51	7 817,85	8 264,89
Horas de trabajo	Horas	40,00	51,00	54,00
Productividad horaria de una unidad	m <sup>3</sup> /h	153,93	153,93	153,93
Equipos necesarios	U	0,06	0,07	0,08
Equipos parque	U	1,00	1,00	1,00
Perforadora				
Volumen a perforar (m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>	30 860,23	33 197,04	16 614,71
Horas de trabajo	Horas	210,00	210,00	210,00
Productividad diaria	m <sup>3</sup> /h	449,82	449,82	449,82
Avance por trimestres (m)	m	700,00	700,00	700,00



## Resumen del parque de equipos

En la tabla 4 se presenta un resumen del equipamiento necesario para garantizar el plan de minería.

Tabla No 4. Resumen del equipamiento necesario para garantizar el Plan de Minería.

<b>Parque de Equipo Minero</b>			
<b>Equipo / Trimestre</b>	<b>Trimestres</b>		
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b><u>Extracción y Transporte de la Masa Minera</u></b>			
Camión Rígido Daewoo de 27 T	5	5	5
Cargador Hyundai Mega 400 de 4,0 m3	1	1	1
Bulldozer Komatsu DT 85	1	1	1
Camioneta 4x4	1	1	1
Grúa de Izajes	1	1	1
<b><u>Construcción y mantenimiento de caminos</u></b>			
Motoniveladora	1	1	1
Camión Cisterna para Agua Hyundai HD260	1	1	1
Camión Cisterna para Combustible Hyundai HD120	1	1	1
Camión Plancha	1	1	1
Camioneta 4x4	1	1	1
<b>Equipo / Trimestre</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Perforadora	1	1	1
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

### 2.11 Protección e higiene del trabajo

La protección e higiene del trabajo está basada en las disposiciones legales vigentes en el país (Ley 13, decreto 101 y Resolución 1641), para su implementación se usa la siguiente documentación:

- Reglamento organizativo de la PHT.
- Instrucción inicial de SHI.
- Instrucción inicial específica SHI.



- Instrucción por puesto de trabajo.
- Instrucción de seguridad.
- Documentación técnico-operativa.

### **2.11.1 Medidas de seguridad más importantes**

#### **Medidas de seguridad para la Mina:**

- Todo trabajador de nuevo ingreso tiene que ser instruido en la SHT y recibir un chequeo médico.
- Se prohíbe la circulación de personal ajeno a la actividad sin un acompañante instruido.
- Se prohíbe la circulación de personal en la actividad bajo los efectos del alcohol, alucinógenos o sedantes.
- Se prohíbe la circulación de personal sin los medios de protección adecuados.
- Se prohíbe subir o acercarse a cualquier equipo en funcionamiento, sin que el operador lo haya percibido.
- Se prohíbe permanecer en el exterior de cualquier equipo minero en funcionamiento.
- Se prohíbe operar equipos a personas que no tengan la calificación y los permisos requeridos.
- Se prohíbe operar equipos con defectos técnicos y con la ausencia de algunas de sus partes.
- Todos los equipos deben de poseer sus correspondientes medidas de extinción de incendio.
- En época de seca hay que regar convenientemente con agua los caminos para evitar el polvo.

Además de estas medidas de seguridad general se establecieron medidas específicas para la operación del Bulldozers, camiones, excavadora y cargador; las cuales están detalladas en el Proyecto de explotación.

### **2.12 Medio ambiente**

Con el objetivo de proponer criterios ambientales adecuados y actuales que contribuyan a la identificación de las regulaciones efectivas respecto a los impactos ambientales que potencialmente pueden producirse como resultado de las actividades de extracción de cromo se revisaron normas ambientales y la legislación vigente en Cuba.



Esta revisión arrojó la necesidad de implementar medidas de carácter general para prevenir y mitigar las posibles afectaciones que provocará la explotación de cromo en este yacimiento, algunas de las cuales se mencionan a continuación.

Medidas generales:

1. Tomar todas las medidas necesarias para impedir los fuegos en el área de la concesión.
2. Reducir al mínimo el deterioro del horizonte "A" del suelo (capa vegetal).
3. Reducir al mínimo las molestias que se le puedan causar a la población durante las diferentes actividades mineras.
4. Reducir a lo estrictamente necesario la construcción de vías, caminos y trochas mineras.
5. Todos los vehículos que circulen en el área de la concesión deben estar en buen estado técnico, de tal forma que no provoquen: accidentes, incendios, derrames de grasas, aceites y combustibles ni ruidos excesivos.
6. En zonas sensibles por sus valores naturales o Áreas Protegidas para la conservación cercanas a la minería, evitar las actividades mineras en épocas de estadíos vitales para la reproducción de la fauna de interés conservacionista.
7. Los sitios de interés cultural, histórico, social y en especial los arqueológicos, serán objeto de protección y rescate cuando sea necesario.
8. Se podrán suspender las operaciones en días o momentos de alto riesgo de incendio, de altas precipitaciones y descargas eléctricas.
9. Evitar las actividades de minería en horarios nocturnos.
10. No realizar acarreo ni comercio de los recursos naturales del área sin la debida autorización.
11. Procurar que las actividades de minería se realicen en los períodos menos lluviosos.
12. Disminuir los impactos visuales innecesarios que pudieran producirse por la actividad minera.
13. Implementar la rehabilitación secuencial por etapas a medida que avance el frente de minería. (rehabilitación técnico minera y biológica).
14. La capa de estéril (escombrera) debe ir depositándose sobre las áreas ya minadas y nunca sobre zonas no mineralizadas, las que deben protegerse, previa separación de la capa vegetal para su posterior utilización.



15. Proteger los caminos mineros regando estos periódicamente con agua en cantidades que no saturen los suelos y que minimice la generación de polvo en suspensión.
16. Se deberán proyectar, implantar y operar sistemas de drenaje, adaptados y funcionalmente adecuados a las condiciones específicas de cada área en explotación.
17. El laboreo minero se limitará estrictamente a las áreas proyectadas.
18. El uso de los medios de protección personal y el entrenamiento a la fuerza de trabajo en la manipulación del equipamiento minero será de cumplimiento obligatorio.
19. Siempre que sea posible, lograr el acceso a los puntos deseados sin la creación de nuevos caminos.
20. Minimizar el movimiento de equipos pesados, procurando usar maquinaria ligera.
21. Controlar y administrar las zonas en proceso de restauración ecológica hasta que la vegetación alcance valores de biodiversidad, estructura y cobertura adecuados, de tal forma que sea un ecosistema estable y satisfaga los requerimientos.
22. Conservar y restablecer, dentro de lo posible, los patrones naturales del relieve, así como los drenajes interrumpidos por la explotación minera.



## **CAPÍTULO III: EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA DE LA EXPLOTACIÓN DE LOS YACIMIENTOS MAMINA, VICTORIA I Y VICTORIA II**

Después de conocer el mercado del producto a obtener y definir la capacidad de producción, se determinará el valor de inversión necesaria de la planta que procesará estos yacimientos hasta obtener un producto exportable, se determinarán los costos de operación de la Mina – Planta, y por último se realizará la evaluación económica financiera.

### **3.1 Mercado**

Los minerales de cromo en consonancia con el desarrollo de los distintos sectores de la industria, que aplican cada vez más tecnología moderna, encontraron su mayor uso en la industria de materiales refractarios, en la siderurgia de acero especial, en otros procesos metalúrgicos y en la elaboración de algunos compuestos químicos para distintos fines. Posteriormente ocurren dos fenómenos que concentran más la utilización de estos minerales. En primer lugar la producción de acero inoxidable con contenido de cromo empieza a crecer dadas las incomparables ventajas que ofrecen en diferentes sectores de la actividad económica en general. En segundo lugar las organizaciones internacionales establecen limitaciones en el uso del cromo para la producción de materiales refractarios alegando que los desperdicios de estos una vez concluido su uso a altas temperaturas se convertían en materiales altamente cancerígenos.

A mediados de los años 70 se evidenciaba que la mayor parte de los minerales de cromo se usarían para la producción de acero inoxidable y los otros usos irían disminuyendo hasta ocupar una parte marginal del mercado.

Al llegar a los años 90 la situación prevista se convierte en la realidad, del total de la producción de estos minerales entre el 90 y el 95 % es consumida en la producción de ferrocromo y sólo entre el 5 y el 10 % en los otros sectores.



### **3.1.1 Los minerales de cromo cubano y su exportación**

Los minerales por su composición química resultaron y resultan ideales para la producción de materiales refractarios. Antes del triunfo de la revolución y hasta los años 80 la mayor parte de las exportaciones se hicieron a productores de refractarios.

No obstante y a pesar de las características de estos minerales, desde los años 70 se comenzó un trabajo de acercamiento a los productores de ferrocromo en distintos países. Primero se logró que algunos aceptaran recibir cantidades relativamente pequeñas para comprobar los resultados y después fue posible participar aunque a niveles muy discretos en el consumo de estos productores. Se destacaban entre estos los productores de ferrocromo de México y Suecia. El último se convertiría con el transcurrir del tiempo en el principal destino de nuestras exportaciones que alcanzan su nivel más alto con la firma de contratos quinquenales a partir del 1994 por cantidades mínimas-máximas de 30000 a 45000 t./año opción del comprador.

Desde el año 1994 y hasta el 2006 la realidad demostró que lo posible está en 30 000 t/año. Hay que señalar dos aspectos:

- 1) Entre el año 1994 y el 2006 sólo en pocas ocasiones se aproximaron a las 30 000 t por dificultades en la producción.
- 2) La interrupción en el 2006 de nuestras exportaciones fue provocada por el cierre de la mina Merceditas, Amores y Los Naranjos y “no por falta de demanda del cliente sueco”.

### **3.1.2 Situación de la demanda y comportamiento de los precios desde el 2006 hasta el presente**

En esta etapa se han conocido dos situaciones totalmente distintas. La primera cuya duración concluye en la primera mitad del 2008 caracterizada por una creciente demanda y altos precios para el ferrocromo consecuentemente para los minerales de cromo y la segunda al estallar la crisis económica financiera que contrae la demanda y provoca la caída generalizada de los precios .





Se debe mencionar que los más altos precios no se alcanzan sólo por efectos del crecimiento de la demanda sino por el efecto que transmiten a los precios del ferrocromo y a los minerales la descontrolada y anárquica especulación de que son objetos otras ferroaleaciones bursátiles como por ejemplo sucedió en los precios del níquel. También se debe tener siempre presente el efecto en el aumento de los precios como consecuencias de altos precios de la energía y los combustibles en general.

A partir del 2008 y hasta el presente la situación de la crisis ha traído como consecuencia la reducción de los niveles productivos que alcanza en la producción siderúrgica en general y la del ferrocromo en particular hasta un 60 %. Entre los productores de ferrocromo se han distinguido dos actitudes, la reducción de los niveles productivos y la paralización total temporal de la producción.

No obstante, durante el año 2009 la actividad de los chinos en el mercado ha hecho aparecer momentáneas subidas y caídas en los precios de las ferroaleaciones y por ende reflejadas puntualmente en los precios del ferrocromo y los minerales de cromo. También esta volatilidad en los precios debe atribuirse a las acciones especulativas que continúan desarrollándose sin que se vean reales intentos de controlarlas por parte de los países desarrollados. Los precios publicados del ferrocromo se mantuvieron hasta el tercer trimestre del 2008 a niveles de USD 1,85 / 2,00 por libra de cromo contenido cayendo paulatinamente hasta niveles entre USD 0,79 / 0,92. Las últimas informaciones la colocan a niveles de USD 0,89 / libra de cromo contenido.

En particular debe seguirse con atención la actitud de los sudafricanos, importantes productores de minerales y de ferrocromo que han declarado la imposibilidad de participar en el mercado a precios bajos teniendo en cuenta la desfavorable situación de la paridad de su moneda (RANK) con respecto al dólar norteamericano y otros efectos de regulaciones gubernamentales internas.

### **3.1.3 Perspectivas de nuestras exportaciones a partir de la puesta en marcha del Proyecto Cromo Camagüey**

Cromo Rajón: Nuestro principal cliente en Suecia fue uno de los que decidió el cierre total de la producción desde mayo hasta el mes de Noviembre del 2009. En tal decisión



se tuvo en cuenta que los suecos vendieron al grupo turco YILDRIM la planta de Vargon y este grupo posee en territorio de Turquía yacimiento de mineral y planta de producción de ferrocromo. Para el cierre temporal tuvieron en cuenta la situación del mercado, y la existencia de producción terminada, ya vista como grupo, y no en particular para la producción en Suecia.

La producción de mineral en Turquía se destina a la producción doméstica de ferrocromo y el resto se exporta fundamentalmente a Suecia.

Una muestra del mineral de Camagüey fue enviada por solicitud del cliente y se informó del resultado positivo al expresar su conformidad por la composición química del producto. A partir de este resultado el gobierno cubano está realizando contactos frecuentes a fin de negociar con ellos un contrato por 30000 t./año, de mineral de Cromo Rajón, apenas sea prudente, lo que aceleraría en correspondencia con la puesta en marcha del proyecto de explotación del cromo.

De los últimos contactos se infiere que ellos reiniciarían sus producciones en diciembre del 2009 y por la parte cubana, se le informó el mes de septiembre 2010 como fecha de comienzo de nuestro embarques.

De las opiniones y análisis anteriores se pueden deducir distintos niveles de precios para los minerales con 40 % de contenido de cromo como sigue:

	USD/t.	USD/t.
	Minerales 40 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Minerales 30 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Precio mínimo	130,00	91,00
Precio medio	150,00	105,00
Precio máximo	170,00	119,00

El precio en el puerto de Nuevitas-Cuba (FOB) resultaría tomando el precio medio: USD 105,00-USD -- 35,00 (flete) = USD 70,00/t.

**Concentrado de Cromo:** A pesar de las restricciones impuestas a la producción de materiales refractarios con contenido de cromo, ha sido imposible sustituirlo totalmente, ya que las características de los materiales refractarios cromo-magnesita no han podido



ser igualadas dada su alta resistencia a la temperatura y abrasividad de los materiales presentes en los hornos y otros equipos usados en los procesos metalúrgicos. Las posibilidades de exportación para nuestros concentrados se encuentran en:

Venezuela	1000/2000 t/año
Eslovaquia	1000/2000 t/año
México	4000/2000 t/año
<b>Total</b>	<b>4000/6000 t/año</b>

En cuanto al precio de los concentrados siempre resulta algo superior al del rajón, estimándose para el resto del 2009 y 2010 un precio de USD 185/t puesto en puerto extranjero. El precio FOB estimado resultaría: USD 185,0 - USD 55,0 = USD 130,0/t.

El precio del concentrado para el mercado nacional sería de CUC 63,0/t y CUP 34,2/t.

### 3.2 Estimado del costo capital

Se realizó un Estimado del Costo Capital para la nueva Planta de Beneficio del Cromo en la provincia de Camagüey, el mismo arrojó un monto total de \$5853796,0 CUC+CUP, de ellos en divisa \$4389175,6 y en Moneda Nacional \$1464620,4 CUP.

El estimado tuvo una precisión de  $\pm 5\%$ , incluyendo en el mismo el costo total de equipos y materiales, de construcción y montaje, otros (permisos y licencias, seguros y fletes, cargos aduanales, ingeniería y proyecto, DIP, piezas de repuesto, gastos de la construcción, ajuste y puesta en marcha y capital de trabajo para el inicio de las operaciones) y contingencias.

A continuación se muestra un resumen del costo capital.

	<b>Total (CUC+CUP)</b>	<b>CUP</b>	<b>CUC</b>
Costo Capital Total	\$5853796,0	\$1464620,4	\$4389175,6
Construcción y Desmontaje	\$936867,6	\$551435,9	\$385431,7
Equipamiento y Materiales	\$3389267,3	\$243498,1	\$3145769,2
Otros Gastos	\$1094046,6	\$561196,0	\$532850,6
Contingencia	\$433614,5	\$108490,4	\$325124,1



### *Bases del Estimado*

Para la elaboración del estimado se tuvo en cuenta toda la información derivada del proyecto de explotación, equipamiento minero necesario para las operaciones, ofertas de suministradores, catálogos de precios y estimaciones basadas en equipamientos similares, se tuvo en cuenta también que para la instalación de las Plantas de Selección Manual y la Hidrogravimétrica se utilizará el equipamiento existente en la Antigua Planta de Beneficio del Cromo en Moa (Las Merceditas y Villa Cromita), también se utilizarán algunas estructuras y otros equipos de la antigua Mina Martí en Nicaro y otros buscados en otras instalaciones del país.

Por el nivel de información existente, se consideró un estimado tipo 1, Detallado  $\pm 5\%$ , considerándose, además:

- Información de precios del equipamiento existente en la Antigua Planta Cromo Moa.
- Catálogos de precios de la construcción, PRECONS II.
- Estimators Equipment Installation Man–Hour Manual.
- Datos de archivo.
- Otros.

En el anexo 3 se muestra el resumen y el detalle del estimado de costo capital de la planta de procesamiento de cromo a construirse en Camagüey.

### **3.3 Costo de operación**

El costo de operación de la Planta de Cromo (Mina – Planta) es de 1260659,5 (CUC+CUP) como promedio anual, el mismo se desglosa a continuación.

#### **3.3.1 Materias primas y materiales**

El costo de la Materia Prima y Materiales es de \$ 69825,7 CUC promedio, correspondiendo el 56,8 % al costo de la Mina.



INSUMOS	Unidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sanatel Magnafrac	CUC/Kg	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	CUC	3,060.5	3,186.5	3,431.4	3,439.8	3,595.3	3,724.1
Amex	CUC/Kg	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
	CUC	19,278.3	20,071.8	21,614.6	21,667.2	22,647.0	23,457.8
Detonadores	CUC/u	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
	CUC	700.6	729.4	785.5	787.4	823.0	852.4
Cordón detonante	CUC/Km	282.0	282.0	282.0	282.0	282.0	282.0
	CUC	1,342.9	1,398.2	1,505.7	1,509.4	1,577.6	1,634.1
Brocas	CUC/u	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
	CUC	2,886.5	3,005.3	3,236.3	3,244.2	3,390.8	3,512.3
Neumáticos 18000/25	CUC/u	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00
	CUC	764.3	795.7	856.9	859.0	897.8	929.9
Neumáticos 12000/20	CUC/u	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
	CUC	7,206.9	7,503.5	8,080.3	8,100.0	8,466.2	8,769.4
Mallas de acero	CUC/Kg	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
	CUC	4,661.8	4,979.6	5,297.5	5,509.4	5,721.3	6,039.1
Cinta de goma	CUC/m	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
	CUC	4,931.9	5,268.2	5,604.4	5,828.6	6,052.8	6,389.1
Rodillos	CUC/u	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
	CUC	2,915.7	3,114.5	3,313.3	3,445.8	3,578.4	3,777.2
Otros	CUC	16,200.0	16,200.0	16,200.0	16,200.0	16,200.0	16,200.0
<b>TOTAL MAT. PRIMAS Y MAT.</b>	<b>CUC</b>	<b>63,949.3</b>	<b>66,252.7</b>	<b>69,925.9</b>	<b>70,590.6</b>	<b>72,950.2</b>	<b>75,285.3</b>

### 3.3.2 Energía y combustibles

El costo de la Energía y Combustibles es de \$ 203523,3 CUC promedio, correspondiendo el 82,2 % al costo de la Mina.

INSUMOS	Unidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Combustible	CUC/l	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
	CUC	130,171.9	135,746.4	146,069.0	146,766.3	153,338.8	159,023.1
Lubricantes	CUC/l	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39
	CUC	28,899.4	30,231.1	32,481.6	32,785.1	34,225.5	35,578.4
Energía Eléctrica	CUC	25,059.19	25,469.32	25,879.44	26,152.86	26,426.28	26,836.41
<b>TOTAL ENERGÍA Y COMBUSTIBLE</b>	<b>CUC</b>	<b>184,130.5</b>	<b>191,446.8</b>	<b>204,430.0</b>	<b>205,704.2</b>	<b>213,990.6</b>	<b>221,437.9</b>

### 3.3.3 Agua

El costo del agua es de \$ 13940,3 CUC promedio, este consumo corresponde completamente a la planta de Beneficio.

INSUMOS	Unidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agua	CUC/m3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	CUC	12,674.4	13,244.1	13,813.7	14,193.4	14,573.2	15,142.8
<b>TOTAL AGUA</b>	<b>CUC</b>	<b>12,674.4</b>	<b>13,244.1</b>	<b>13,813.7</b>	<b>14,193.4</b>	<b>14,573.2</b>	<b>15,142.8</b>



### 3.3.4 Mantenimiento

El costo del Mantenimiento es de \$ 91791,2 CUC promedio, correspondiendo el 67,4 % a la Mina.

	Unidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gastos de Mantenimiento	CUC	54,000.0	69,750.0	84,250.0	98,250.0	115,750.0	128,750.0
<b>TOTAL MANTENIMIENTO</b>	<b>CUC</b>	<b>54,000.0</b>	<b>69,750.0</b>	<b>84,250.0</b>	<b>98,250.0</b>	<b>115,750.0</b>	<b>128,750.0</b>

### 3.3.5 Fuerza de trabajo

El costo de la Fuerza de Trabajo es de \$ 686919,1 CUP promedio, correspondiendo el 27 % a la Mina

	Unidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mano de Obra	CUP	298,057.1	298,057.1	315,252.7	315,252.7	315,252.7	315,252.7
Salario	CUP	261,453.6	261,453.6	276,537.5	276,537.5	276,537.5	276,537.5
Seguridad Social	CUP	36,603.5	36,603.5	38,715.2	38,715.2	38,715.2	38,715.2
Impuestos sobre Nóminas	CUP	65,363.4	65,363.4	69,134.4	69,134.4	69,134.4	69,134.4
<b>TOTAL FUERZA DE TRABAJO</b>	<b>CUP</b>	<b>661,477.6</b>	<b>661,477.6</b>	<b>699,639.8</b>	<b>699,639.8</b>	<b>699,639.8</b>	<b>699,639.8</b>

### 3.3.6 Otros Gastos

Los gastos adicionales son de \$ 580180,3 CUC, como se muestra a continuación en la tabla.

	Unidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Otros Gastos	CUC	71,600.0	81,600.0	81,600.0	84,300.0	84,300.0	79,300.0
Gastos de Distribución y ventas	CUC	360,487.0	388,946.5	417,406.0	436,379.0	455,352.0	483,811.5
<b>TOTAL OTROS GASTOS</b>	<b>CUC</b>	<b>432,087.0</b>	<b>470,546.5</b>	<b>499,006.0</b>	<b>520,679.0</b>	<b>539,652.0</b>	<b>563,111.5</b>

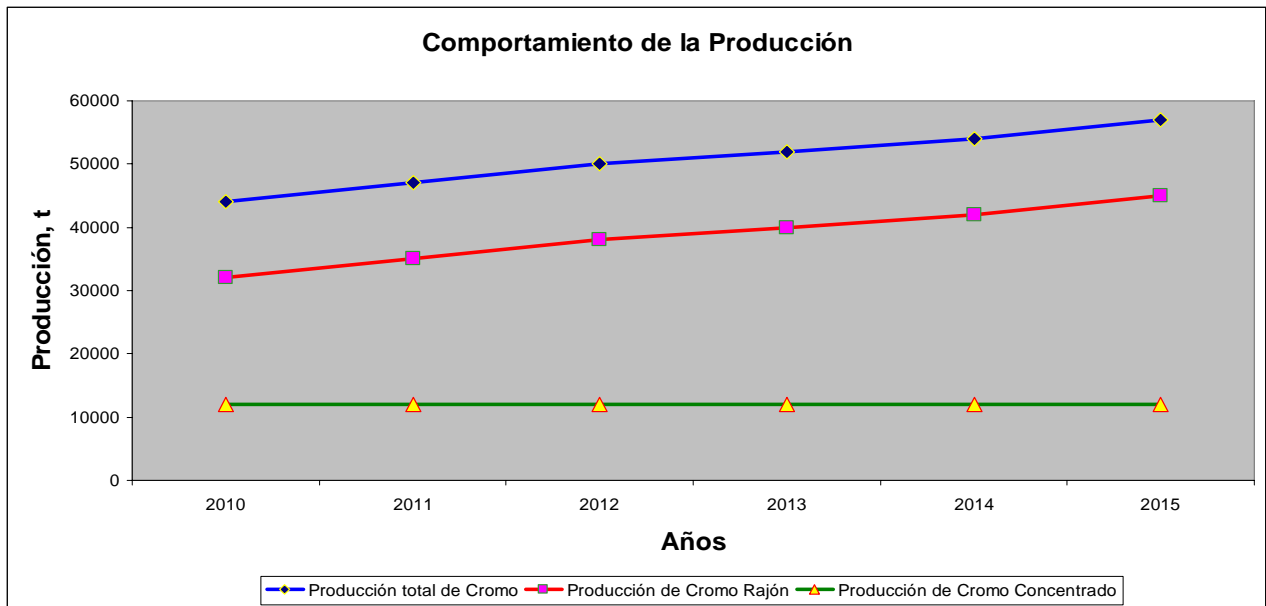
## 3.4 Resultados económicos esperados

Dada las características técnicas de la propiedad, la fase de investigación geológica en que se encuentra y la experiencia que se tiene sobre la tecnología, para la determinación del valor mercantil del yacimiento se utilizó el método de flujo de caja descontado. Para la confección del modelo económico se utilizó un escenario de 6 años, tiempo de vida útil para los Yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II con



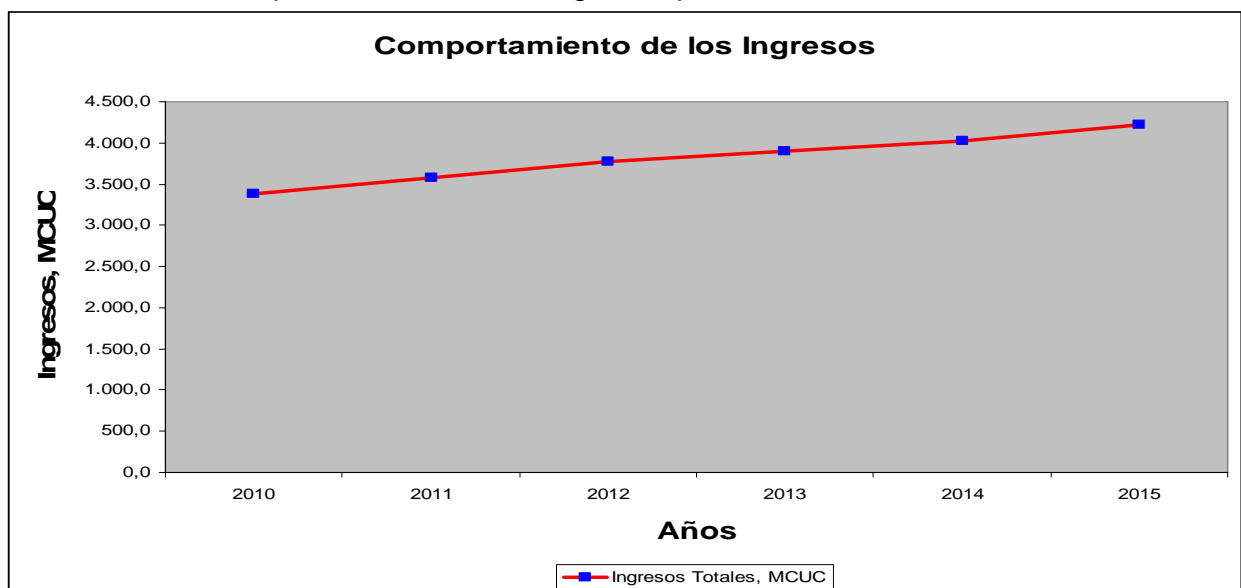
categorías de exploración para la explotación, los ingresos de la planta son por concepto de la venta del Cromo Rajón y Cromo Concentrado. A continuación en el gráfico No. 3 se ilustra el comportamiento de la producción por años y en el anexo 4 se muestra la tabla de los niveles de producción y surtidos según demanda.

Gráfico No. 3. Comportamiento de la Producción por años.



En el gráfico No. 4 se ilustra el comportamiento de los ingresos por años y en el anexo 5 la tabla de detalles de los ingresos de la planta.

Gráfico No. 4. Comportamiento de los Ingresos por años.





### **3.4.1 Financiamiento del Proyecto**

La resolución económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba y la Resolución del año 2002 del Banco Central de Cuba, establecen que los recursos de inversión importados, como regla general, deberán obtenerse a partir de créditos externos a las entidades, sin afectar los aportes al Estado. Puntualizan las resoluciones que el Estado solo financiará, como norma, las inversiones destinadas a satisfacer las necesidades sociales y las propias de su gestión.

Cumpliendo dichas resoluciones, se concibió cubrir el costo capital en Divisas (CUC) de las inversiones contenidas en el Estudio, con financiamiento externo y la moneda nacional (CUP) correspondiente a la construcción y montaje y otros gastos con crédito de los bancos comerciales cubanos.

Para el financiamiento del proyecto en moneda nacional, utilizando la Banca Nacional, fueron asumidas las siguientes condiciones bancarias:

Tasa de Interés: 7,0 %

Período de gracia: 12 meses (periodo de construcción)

Pago del principal: 3 años

El financiamiento del proyecto en divisa será a través de un Banco Venezolano y fueron asumidas las siguientes condiciones bancarias:

Tasa de Interés: 3,5 %

Período de gracia: 12 meses (periodo de construcción)

Pago del principal: 5 años

### **3.4.2 Estado de resultados y Flujo de Caja del Proyecto**

A los ingresos de la Inversión se le descuentan los costos de operaciones obteniéndose la utilidad en operaciones, luego se descuentan la depreciación obteniéndose las utilidades brutas. Seguidamente, se le restan las reservas para contingencias, llegando a las utilidades imponibles a las cuales se les descuentan el 35 % de los impuestos sobre utilidades obteniéndose finalmente la Utilidad Neta del "Proyecto".





La utilidad neta más la depreciación y más las reservas para contingencias constituyen el efectivo neto, a este se le deducen la variación del capital de trabajo y las inversiones a realizar, obteniéndose el Flujo de Caja Neto del “Proyecto”.

#### Indicadores Principales Utilizados en la Evaluación Económica.

No.	Indicadores	Valores
1	Royalties	3 %
2	Impuestos sobre Utilidades	35 %
3	Tasa de Descuento	12 %

En el anexo 6 muestran los resultados de la evaluación. Después de deducir los impuestos del 35 % sobre utilidades, se indica una Tasa Interna de Retorno de 24,3 %, con un Valor Actualizado Neto del 12 % de descuento de \$ 1 743871,00 CUC, este constituye el valor mercantil de los yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II. El periodo en que retorna el capital invertido es de 4 años y 4 meses.



## CONCLUSIONES

1. El Ministerio de la Industria Básica de conjunto con el Grupo GEOMINSAL, ha trazado la estrategia de reiniciar la producción y exportación del cromo en la provincia de Camaguey, basado en las oportunidades del crecimiento del mercado y la subida de los precios tanto en la actualidad como en el futuro.
2. Se determinó el valor mercantil de los Yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II con la evaluación económica – financiera del proyecto de explotación que incluye la construcción de una planta para el beneficio de estos yacimientos.
3. El proyecto es económicamente factible, después de deducir los impuestos del 35 % sobre utilidades, se indica una **Tasa Interna de Retorno de 24.3 %**, con un **Valor Actualizado Neto @ 12 %** de descuento de \$ 1 743871,00 CUC, lo cual constituye el valor mercantil de los yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II. Se logrará recuperar la inversión de una planta de procesamiento de cromo para la venta de 304000,00 toneladas en 6 años en un periodo de 4 años y 4 meses.



## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda continuar los estudios geológicos de los restantes yacimientos de cromo de la provincia de Camagüey con el objetivo de incrementar la concepción minera de la planta de procesamiento y poder continuar la operación después del 2016.



## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Aliaga Palomino, Pedro. Modelo para la selección de inversiones en activos de capital. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Económicas. Holguín, 2009.
2. Arranz, J. (2003). Consideraciones generales sobre la Evaluación de Impacto Ambiental en actividades mineras. España.
3. Bruzón, N. et al 2000. Tecnología para la reforestación en suelos degradados por la minería. Holguín: CITMA.-70p.
4. Bueno Campos, E.; I. Cruz R, y J. J. Durán. Economía de la Empresa: Análisis de las Decisiones Empresariales. Madrid: Ediciones Pirámides S.A., 1985. 540 p.
5. Decreto No 5, Reglamento del Proceso Inversionista. Gaceta Oficial de la República de Cuba. 1977.
6. Diagnóstico Ambiental GEMA, Grupo de Consultoría en Estudios del Medio Ambiente .ISMM. Moa. 2001.
7. Fred Weston, J.,y E. F. Brigham. Fundamentos de Administración Financiera. Mc Graw-Hill. (1994)-1228p.
8. Guía de Knight Piésold para el Diseño y Construcción de Caminos Mineros en Moa Nickel S.A.
9. Guía de Respuesta a emergencia 2000 (GR 200). [http://hazmat.dot.gov/erg2000/sp\\_erg2000/Proyecto\\_explotación\\_La\\_Mamina](http://hazmat.dot.gov/erg2000/sp_erg2000/Proyecto_explotación_La_Mamina). Alldeng Luis Estrada Fines.
10. Hernández, A [et al] 1994. Nueva Versión de Clasificación genética de los Suelos de Cuba. La Habana.-- MINAGRI.-66p.
11. Instrucción específica MIN-001. Organización del diseño. CEPRONIQUEL.
12. Instrucción específica MIN-002. Formato de la documentación de proyectos mineros. CEPRONIQUEL.



13. Instrucción específica MIN-003. Datos de partida para el plan de minería. CEPRONIQUEL.
14. Instrucción específica MIN-006. Diseño y planificación de la minería usando el software GEMCOM. CEPRONIQUEL.
15. La Legislación Ambiental y las Actividades de Inspección, Monitoreo y Control en la Esfera Medio Ambiental. Folleto Agencia de Medio Ambiente. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana. 1996.
16. Ley 13 de Protección e Higiene del trabajo (vigente desde el 28 de diciembre de 1977) y su Reglamento general contenido en el DECRETO 101 del 3 de marzo de 1982.
17. Martín Ibarra Juan Francisco. Análisis Económico Financiero de las Inversiones Marítimo- Portuarias. Habana 2000.
18. Manual del Sistema no Eléctrico de Explosión de las Sustancias Explosivas. ULAEX.
19. Manual de procedimientos mineros. Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM).
20. Manual de Perforación y Voladuras de Rocas. López Jimeno. 1988.
21. MINBAS. Metodología para la presentación, evaluación, aprobación y control de Proyectos de Inversión. Marzo 2005.
22. Mine and Mill Equipment Cost. Western Mine Engineering, Inc.
23. NC 02-01-20 del 1983. Sistema Único de Documentación de Proyecto. Proyección utilizando modelos bidimensionales y tridimensionales. Requisitos para la elaboración.
24. NC 02-03-04 del 1978. Sistema Único de Documentación de Proyecto. Letras, números y signos.
25. NC 39:99 Calidad de aire. Requisitos higiénicos sanitarios. Enmienda 1.



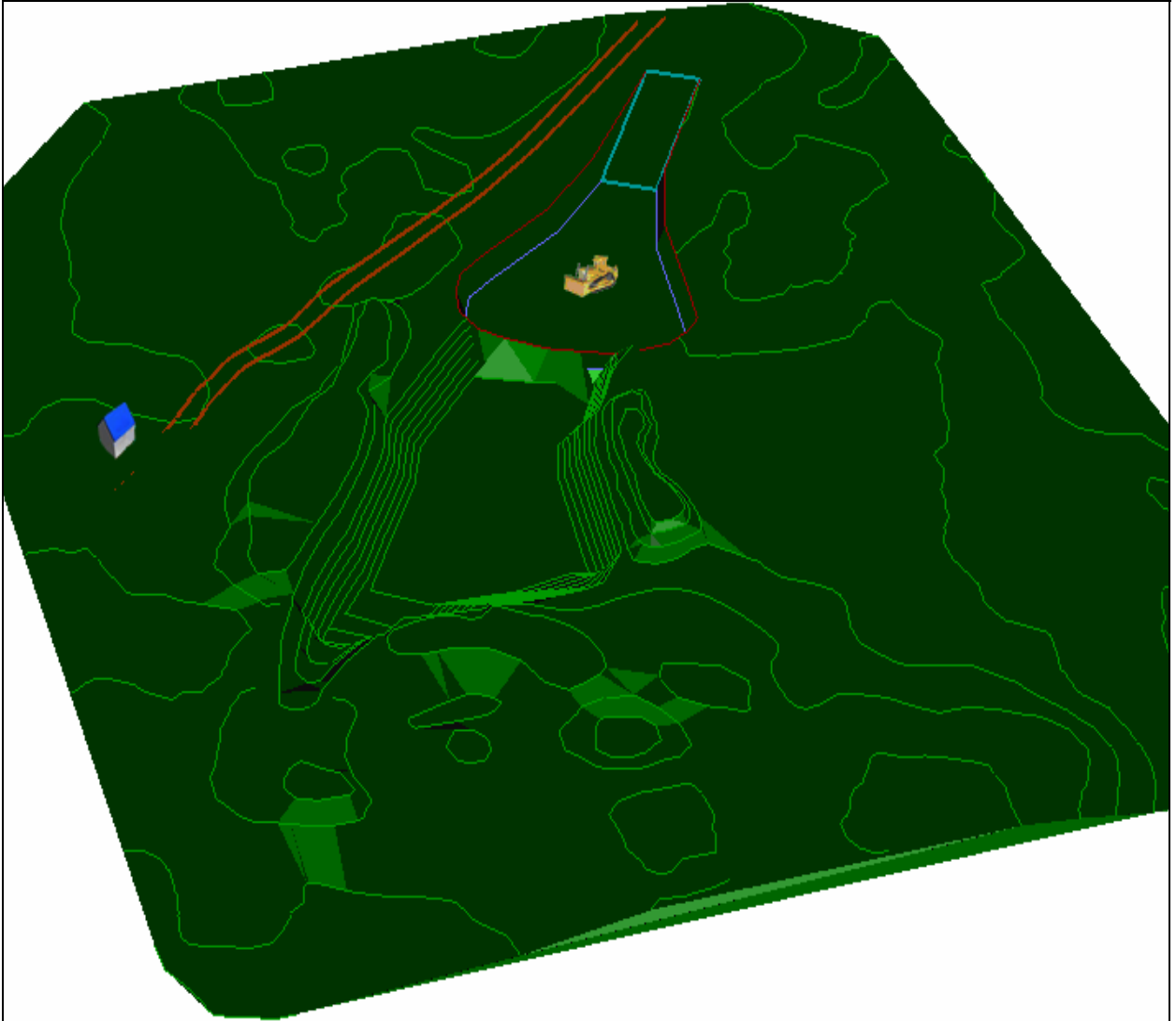
26. NC 93-02-104:86 Atmósfera. Reglas para la vigilancia de la calidad del aire.
27. NC 93-02-202:87 Atmósfera. Requisitos higiénicos sanitarios. Concentraciones máximas admisibles, alturas mínimas de expulsión y zonas de protección sanitaria.
28. Perforación de Rocas con Explosivos. Otaño J. 1998.
29. Peters, M.s. and Timmerhaus, K.D., Plant Design and Economics for Chemical Engineers (Third Edition), McGraw-Hill, New York, NY 1980.
30. Resolución N° 385 del 2009. Clasificación de los Recursos y Reservas y el Banco Nacional de Recursos y Reservas (BNRR). ONRM.
31. Resolución P- 217 – 2004 del MFP que deroga a la Resolución P – 130 – 2004 , del MFP, modificando las tarifas para la transportación de carga general y de contenedores.
32. Reglamento sobre la Seguridad Uso y Protección de Sustancias Peligrosas.
33. Resolución 91 – 2006. MEP. Indicaciones para el proceso inversionista en Cuba.
34. Resolución 57- 98 Perfeccionamiento de las Regulaciones Complementarias del Proceso Inversionista, 28 de septiembre de 1998.
35. SME Mining Engineering Handbook. Howard L. Hartan.
36. Software de Minería Gemcom y sus Manuales de Operación.
37. Software Cartomap 6.0 para diseño de caminos y sus Manuales de Operación.
38. Suárez Suárez, Andrés. Decisiones Óptimas de Inversión y Financiamiento en la empresa. Ediciones Pirámide S.A. , 1980
39. Instrucción específica MIN-005. Ingeniería básica y de detalle parte minera y relación de planos. CEPRONIQUEL.

## ANEXO 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS YACIMIENTOS MAMINA, VICTORIA I Y VICTORIA II.



Figura 1. Ubicación Geográfica de los Yacimientos Mamina, Victoria I y Victoria II.

**ANEXO 2. FIGURAS DE LA DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE  
EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO MAMINA**

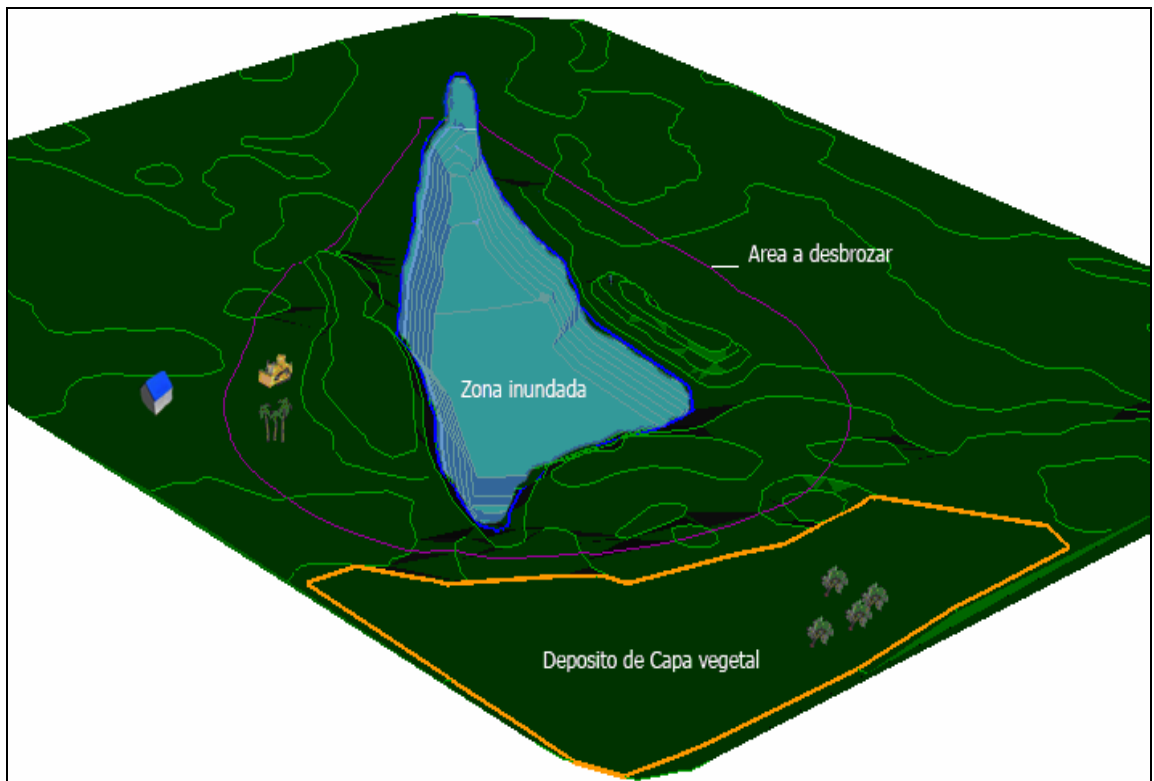


**Figura 2. Trinchera de apertura banco +30.**





**Figura 3. Cantera Inundada.**



**Figura 4. Vista 3d del área que ocupa el depósito de la capa vegetal.**

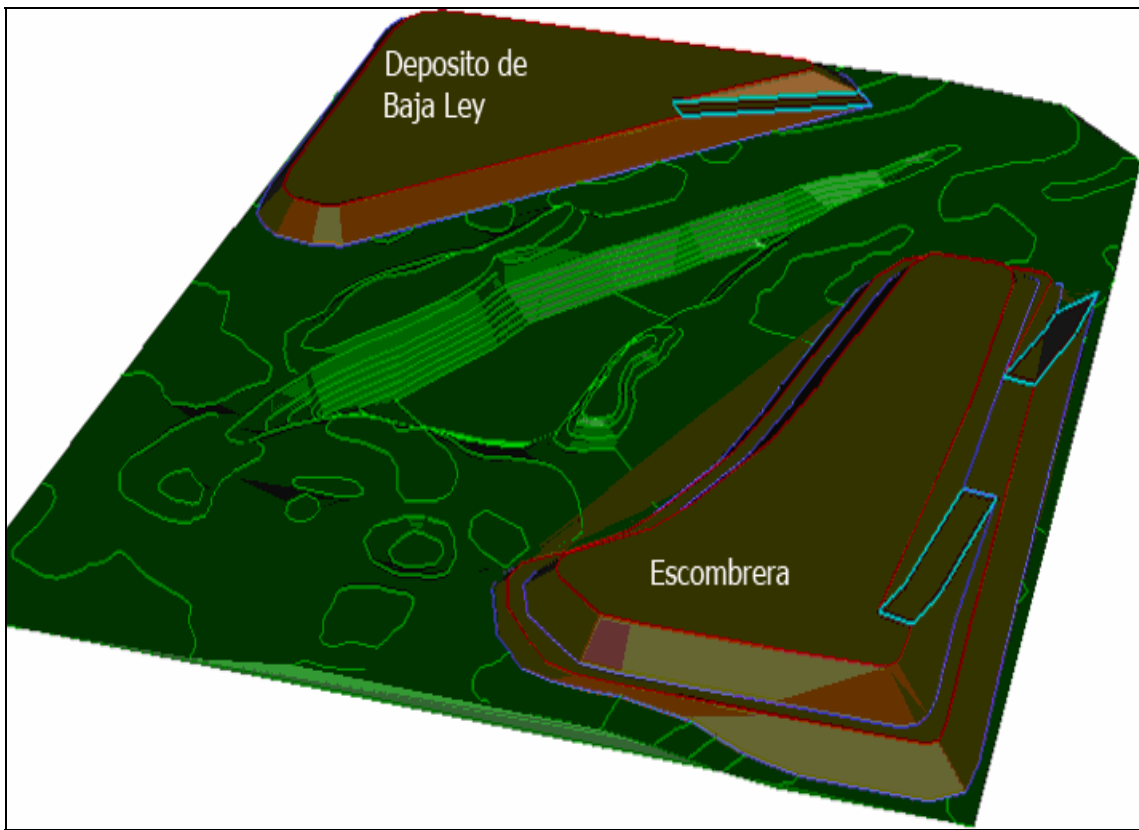


Figura 5. Vista 3D de las escombreras y depósito de baja ley.

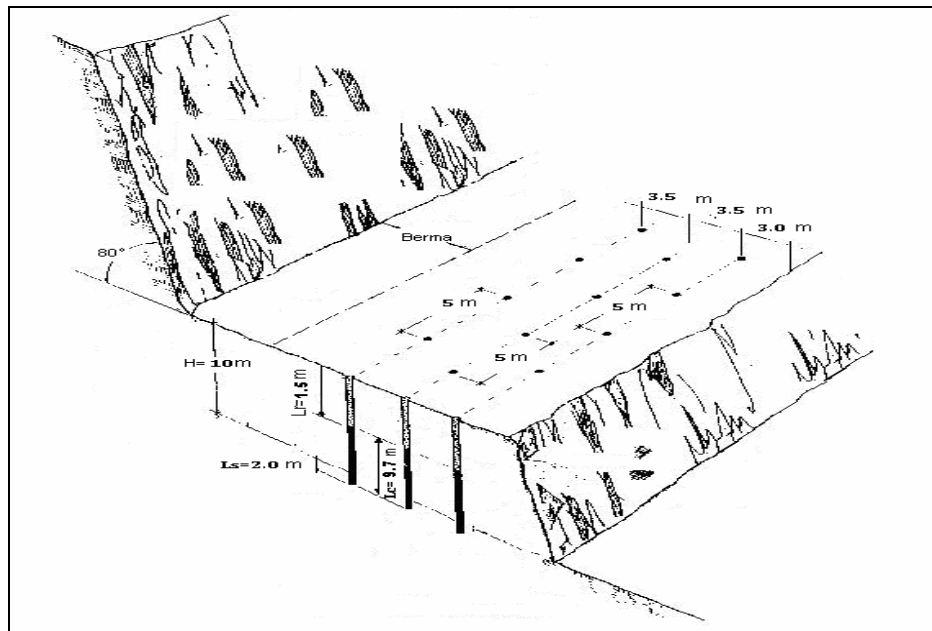


Figura 6. Figura representativa de un Banco a Explosionar.

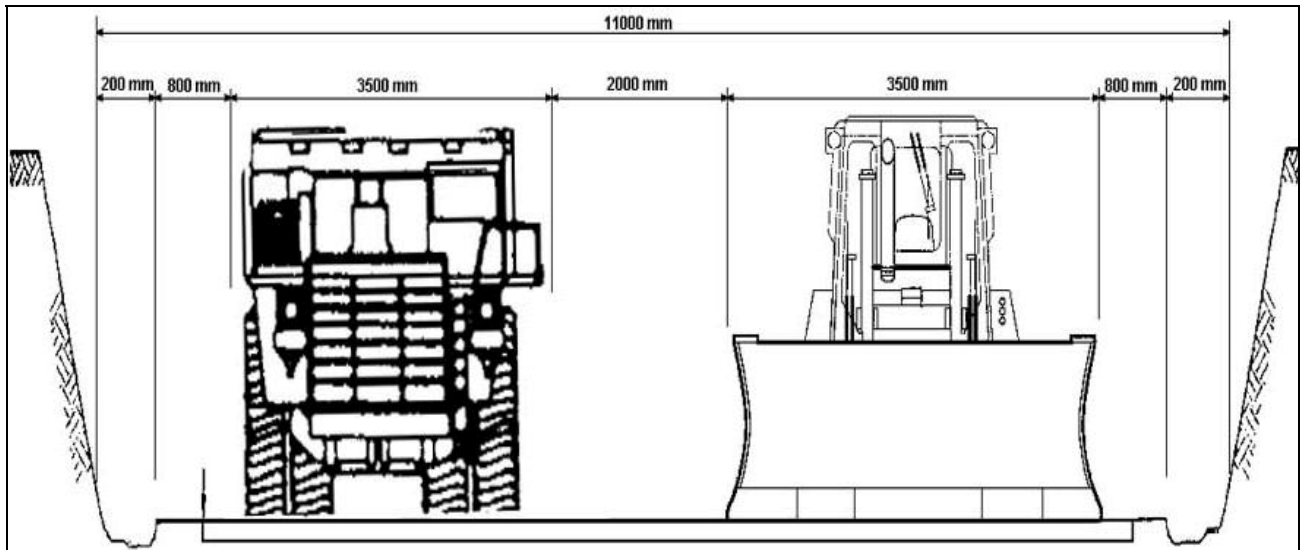


Figura 7. Vial rampa de acceso.

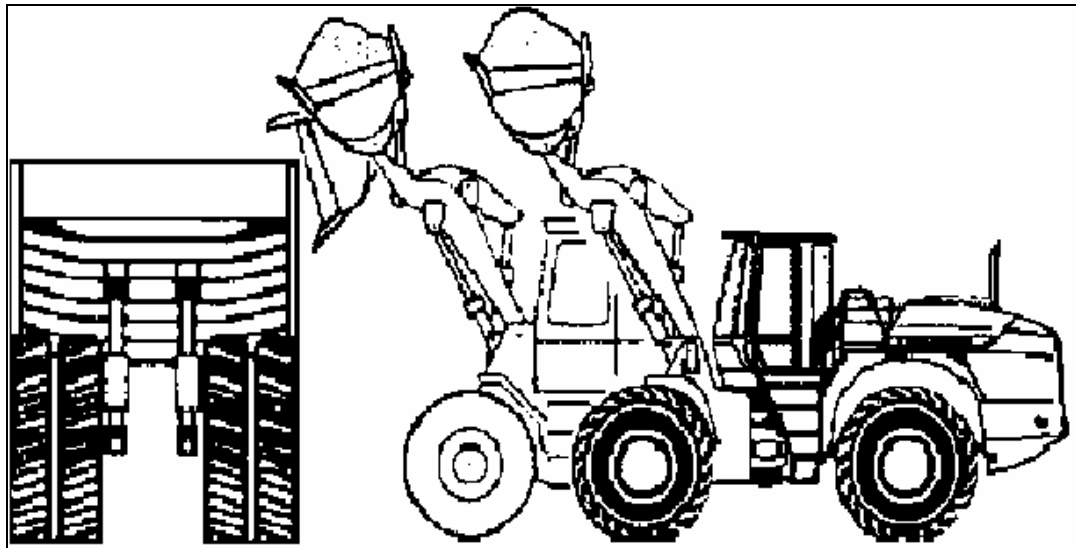


Figura 8. Carga cargador - camión.



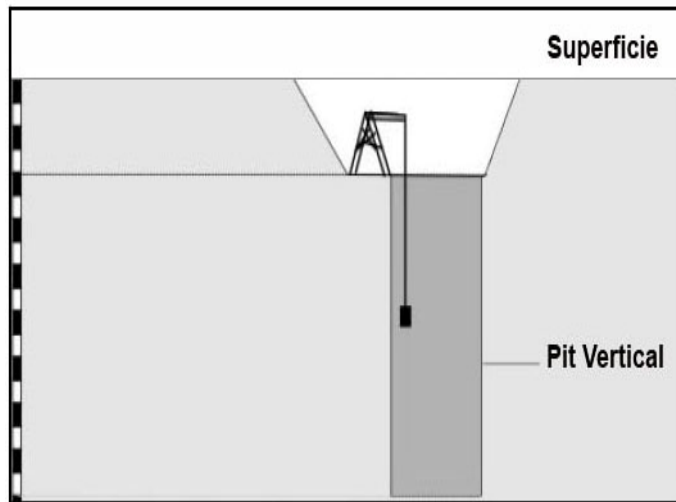


Figura 10. Representación gráfica pit vertical.

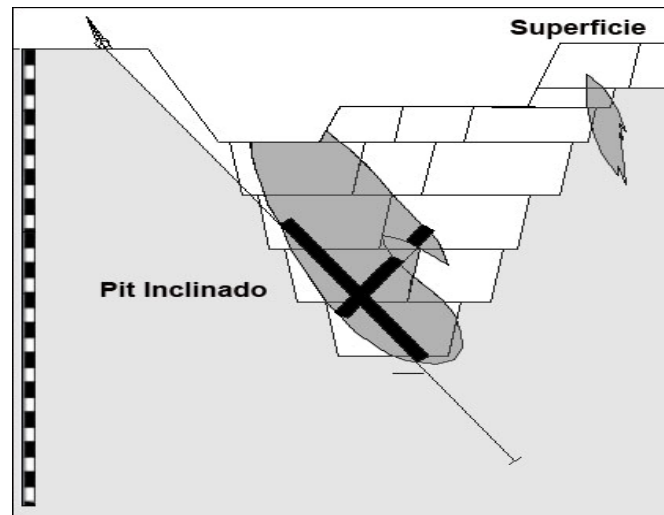


Figura 11. Representación gráfica pit inclinado.

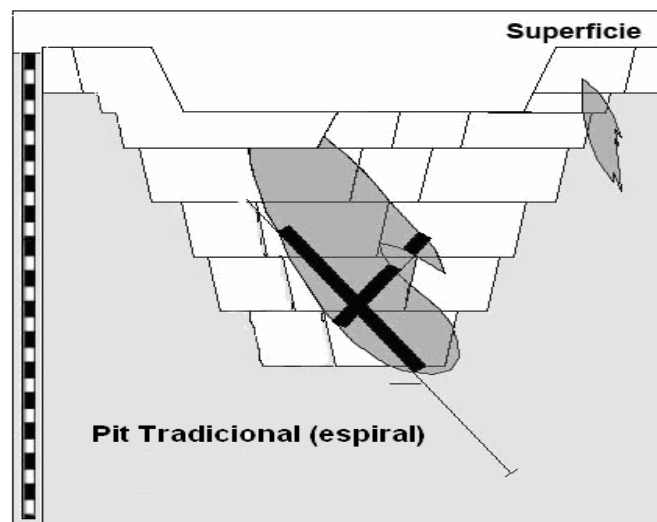
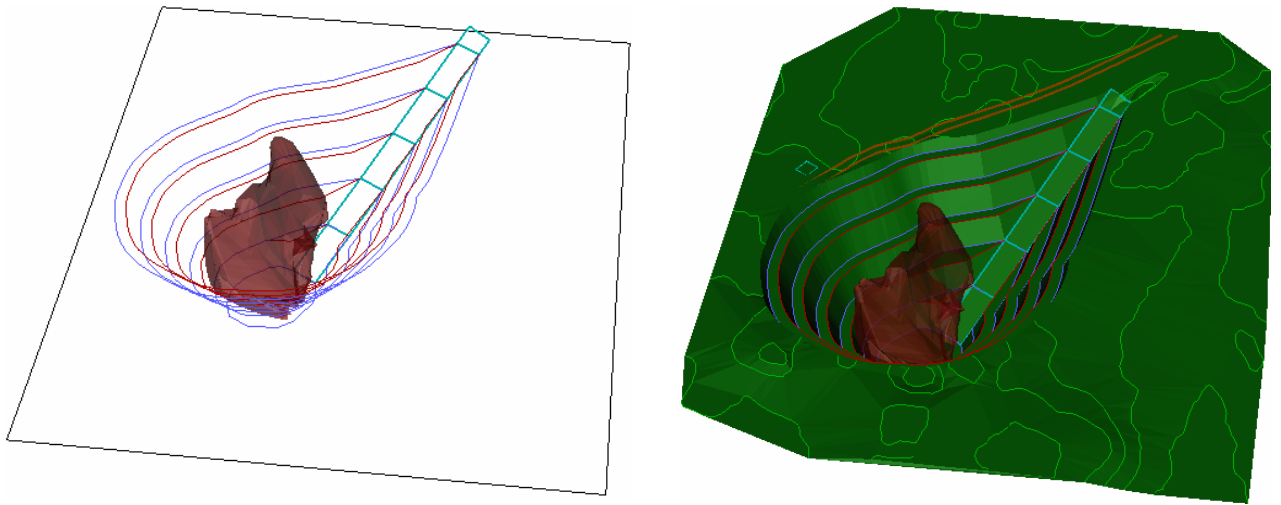
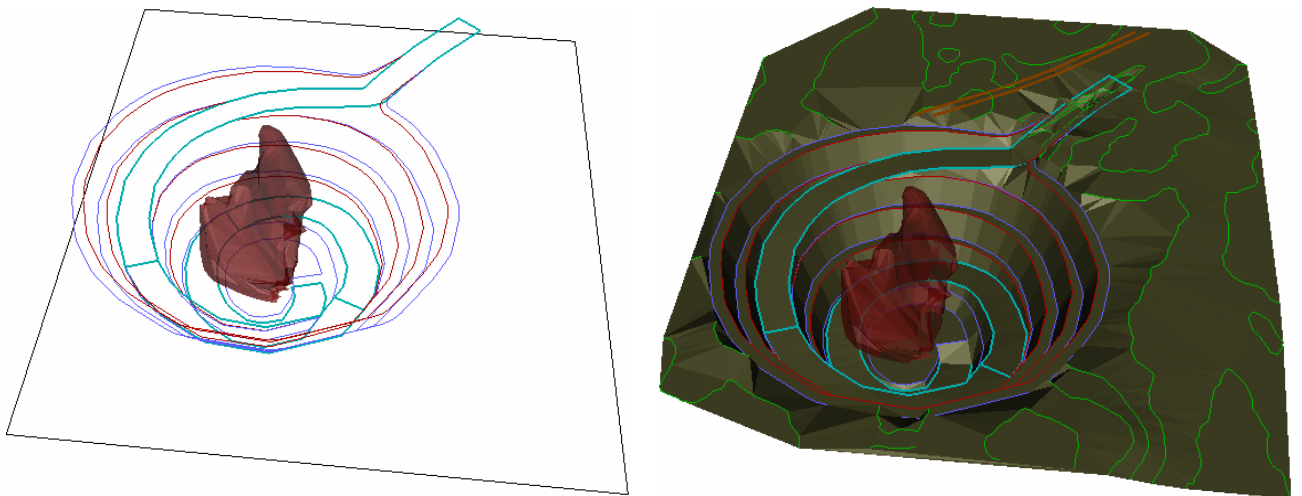


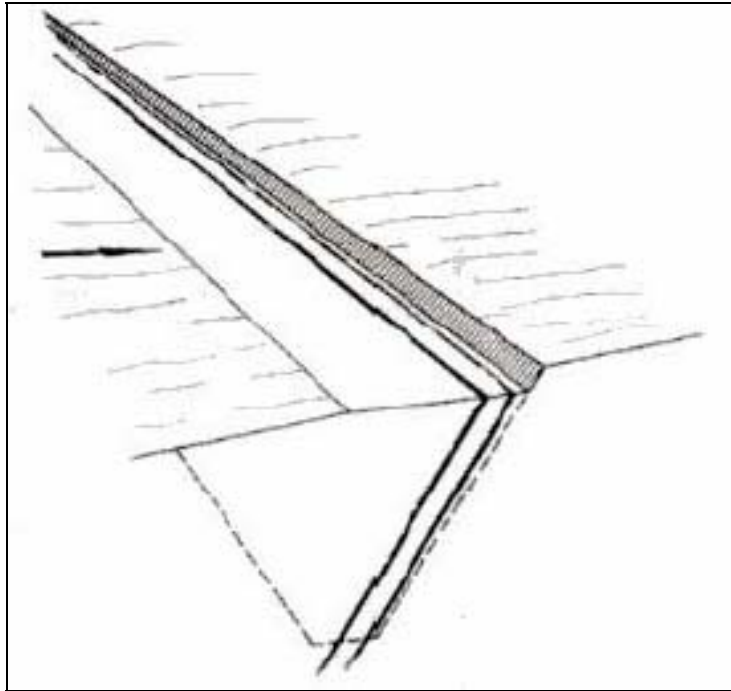
Figura 12. Representación gráfica pit tradicional (espiral).



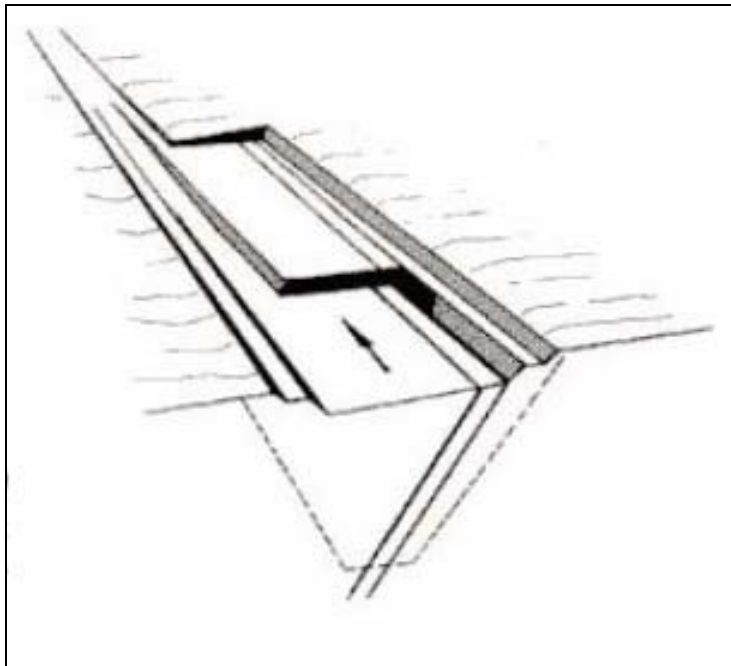
**Figura 13. Vista 3D Variante I. Pit Inclinado.**



**Figura 14. Vista 3D Variante II. Pit Tradicional (Espiral)**



**Figura 15. Explotación longitudinal con frente rectilíneo.**



**Figura 16. Explotación transversal con frente rectilíneo.**

## ANEXO 3. TABLA RESUMEN DEL ESTIMADO DE COSTO CAPITAL DE LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE CROMO A CONSTRUIRSE EN CAMAGUEY.

Costos Directos	Materiales		Fuerza de Trabajo		Total		Total General
	CUC	CUP	CUC	CUP	CUC	CUP	CUC+CUP
<b>Mecánica</b>	\$2.641.163,7	\$291.968,3	\$34.988,7	\$100.070,5	\$2.676.152,3	\$392.038,8	\$3.068.191,2
Equipos	\$2.609.131,1	\$291.968,3	\$32.129,2	\$91.412,5	\$2.641.260,3	\$383.380,8	\$3.024.641,1
Recipientes	\$29.600,0		\$2.072,0	\$6.216,0	\$31.672,0	\$6.216,0	\$37.888,0
Tuberías, Válvulas y Accesorios	\$662,6		\$79,5	\$318,0	\$742,1	\$318,0	\$1.060,1
Pintura	\$1.770,0		\$708,0	\$2.124,0	\$2.478,0	\$2.124,0	\$4.602,0
<b>Eléctrica</b>	\$60.750,0		\$1.822,5	\$7.290,0	\$62.572,5	\$7.290,0	\$69.862,5
<b>Instrumentación y Automatización</b>	\$16.327,2		\$489,8	\$1.959,3	\$16.817,0	\$1.959,3	\$18.776,3
<b>Civil, Estructura, Arquitectura y Edificaciones</b>	\$317.861,1	\$181.763,8	\$169.320,8	\$392.729,0	\$487.181,9	\$574.492,8	\$1.061.674,7
Civil			\$43.000,0	\$107.500,0	\$43.000,0	\$107.500,0	\$150.500,0
Estructura	\$3.443,8		\$9.248,3	\$23.180,3	\$12.692,1	\$23.180,3	\$35.872,4
Arquitectura y Edificaciones	\$244.917,3	\$164.263,8	\$99.112,5	\$238.608,8	\$344.029,8	\$402.872,5	\$746.902,3
Otros	\$69.500,0	\$17.500,0	\$17.960,0	\$23.440,0	\$87.460,0	\$40.940,0	\$128.400,0
<b>Total Costos Directos</b>	<b>\$3.036.101,9</b>	<b>\$473.732,1</b>	<b>\$206.621,8</b>	<b>\$502.048,8</b>	<b>\$3.242.723,7</b>	<b>\$975.780,9</b>	<b>\$4.218.504,6</b>
<b>Costos Indirectos</b>							
<b>Permisos y Licencias</b>					\$8.669,1	\$273.317,7	\$281.986,7
Licencia Ambiental y Estudio de Impacto Ambiental						\$39.670,0	\$39.670,0
Microlocalización de áreas de interés						\$9.570,0	\$9.570,0
Certificados de uso y tenencia del suelo					\$1.600,0	\$3.000,0	\$4.600,0
Estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo					\$1.900,0	\$18.100,0	\$20.000,0
Inscripción de la Concesión (u otras licencias)					\$1.600,0	\$3.680,0	\$5.280,0
Estudio de Factibilidad Técnico-Económica					\$3.569,1	\$72.742,5	\$76.311,6
Compatibilización con la defensa						\$126.555,1	\$126.555,1
<b>Seguros y Fletes</b>					\$15.894,8		\$15.894,8
<b>Cargos Aduanales</b>					\$10.626,4		\$10.626,4
<b>Ingeniería y Proyecto</b>					\$51.676,7	\$95.971,0	\$147.647,7
<b>Dirección Integral del Proyecto</b>					\$44.294,3	\$82.260,8	\$126.555,1
<b>Piezas de Repuesto</b>					\$60.722,0		\$60.722,0
<b>Gastos de la Construcción</b>					\$221.471,5	\$73.823,8	\$295.295,3
<b>Ajuste y Puesta en Marcha</b>					\$32.000,0	\$18.000,0	\$50.000,0
<b>Capital de Trabajo Inicio de las Operaciones</b>					\$206.104,3	\$43.895,7	\$250.000,0
<b>Contingencia (5 %)</b>					\$194.709,1	\$78.152,5	\$272.861,6
<b>Total Costos Indirectos</b>					<b>\$846.168,2</b>	<b>\$665.421,5</b>	<b>\$1.511.589,7</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$3.036.101,9</b>	<b>\$473.732,1</b>	<b>\$206.621,8</b>	<b>\$502.048,8</b>	<b>\$4.088.891,9</b>	<b>\$1.641.202,4</b>	<b>\$5.730.094,3</b>
						DIGAMOS	\$5.731.000,00
	<b>RESUMEN</b>						
	TOTAL (CUC+CUP)	CUP	CUC				
Costo Capital Total	\$5.730.094,3	\$1.641.202,4	\$4.088.891,9				
Construcción y Montaje	\$1.003.965,9	\$575.872,6	\$428.093,3				
Equipamiento y Materiales	\$3.509.834,0	\$473.732,1	\$3.036.101,9				
Otros Gastos	\$943.432,8	\$513.445,2	\$429.987,6				
Contingencia	\$272.861,6	\$78.152,5	\$194.709,1				





## ANEXO 5. TABLA DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA.

### Ingresos, Estado de resultado y Flujo de Caja del Proyecto

DESCRIPCION	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
<b>Producción</b>								
Producción sin Inversión (2) t/a								-
Producción con Inversión (1) t/a		44.000,0	47.000,0	50.000,0	52.000,0	54.000,0	57.000,0	304.000,0
<b>Incremento de Producción Neto ( t/a</b>	-	44.000,0	47.000,0	50.000,0	52.000,0	54.000,0	57.000,0	304.000,0
<b>Ingresos</b>								
Ingresos sin Inversión (2) \$								0
Ingresos con Inversión (1) \$		3.379.496,3	3.573.940,7	3.768.385,2	3.898.014,8	4.027.644,4	4.222.088,9	22.869.570
<b>Incremento de Ingresos por Ventas \$</b>	-	3.379.496,3	3.573.940,7	3.768.385,2	3.898.014,8	4.027.644,4	4.222.088,9	22.869.570
<b>Costos</b>								
Costos sin Inversión (2) \$								0
Costos con Inversión (1) \$		1.110.261,7	1.174.660,6	1.255.812,7	1.293.804,3	1.341.303,1	1.388.114,5	7.563.957
<b>Incremento de los Costos (1-2) \$</b>		1.110.261,7	1.174.660,6	1.255.812,7	1.293.804,3	1.341.303,1	1.388.114,5	7.563.957

### Resumen Estado de Resultado del Proyecto, CUC

ESTADO DE RESULTADO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
<b>Ingresos</b> \$	-	3.379.496,3	3.573.940,7	3.768.385,2	3.898.014,8	4.027.644,4	4.222.088,9	22.869.570,4
Royalty @ 3 % \$	-	101.384,9	107.218,2	113.051,6	116.940,4	120.829,3	126.662,7	686.087,1
<b>Ingresos Netos</b> \$	-	3.278.111,4	3.466.722,5	3.655.333,6	3.781.074,4	3.906.815,1	4.095.426,2	22.183.483,3
<b>Costo de Operación</b> \$	-	1.110.262	1.174.661	1.255.813	1.293.804	1.341.303	1.388.115	7.563.957
<b>Utilidad de Operaciones</b> \$	-	2.167.850	2.292.062	2.399.521	2.487.270	2.565.512	2.707.312	\$14.619.526
Depreciación \$		940.740	940.740	940.740	940.740	940.740	82.986	\$ 4.786.686
Valor residual \$							1.067.110	\$ 1.067.110
<b>Costos Financieros</b> \$	-	216.261,0	157.446,6	91.193,7	44.806,2	14.081,9	-	\$ 523.789
<b>Utilidades Brutas</b> \$	-	1.010.848,6	1.193.875,2	1.367.587,2	1.501.723,8	1.610.690,0	1.557.216,2	\$ 8.241.941
Reservas para contingencias @ 5 % \$	-	50.542	59.694	68.379	75.086	80.535	77.861	\$ 412.097
<b>Utilidades Imponibles</b> \$	-	960.306,2	1.134.181,5	1.299.207,8	1.426.637,6	1.530.155,5	1.479.355,4	\$ 7.829.844
<b>Impuestos</b>								
Sobre Utilidades	-	336.107,2	396.963,5	454.722,7	499.323,2	535.554,4	517.774,4	\$ 2.740.445
<b>Utilidad Neta</b> \$	-	624.199,0	737.218,0	844.485,1	927.314,4	994.601,1	961.581,0	\$ 5.089.399

UM: CUC+CUP	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
<b>Utilidad Neta del Proyecto</b> \$	-	624.199,0	737.218,0	844.485,1	927.314,4	994.601,1	961.581,0	\$ 5.089.399
Mas Depreciación \$	-	940.740,1	940.740,1	940.740,1	940.740,1	940.740,1	82.985,9	\$ 4.786.686
Mas valor Residual	-	-	-	-	-	-	1.067.109,6	\$ 1.067.110
Mas Reservas para Contingencias \$	-	50.542,4	59.693,8	68.379,4	75.086,2	80.534,5	77.860,8	\$ 412.097
<b>Efectivo Neto</b> \$	-	1.615.481,6	1.737.651,8	1.853.604,5	1.943.140,7	2.015.875,7	2.189.537,3	\$11.355.292
Capital de trabajo \$			19.921,4	21.290,1	12.847,2	13.257,2	18.341,3	\$ 85.657
Inversiones \$	3.726.766,5	2.127.029,5	-					\$ 5.853.796
<b>Flujo de Caja Neto del Proyecto</b> \$	(3.726.766,5)	(511.548,0)	1.717.730,4	1.832.314,5	1.930.293,5	2.002.618,5	2.171.196,0	\$ 5.415.839
<b>Flujo de Caja Acumulado</b> \$	(3.726.766,5)	(4.238.314,4)	(2.520.584,0)	(688.269,5)	1.242.024,0	3.244.642,5	5.415.838,6	

<b>Tasa Interna de Retorno.(TIR)</b> 24,30%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,3%	18,5%	24,3%	
<b>Tasa de Descuento</b>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	<b>12,0%</b>	<b>15,0%</b>				
<b>Valor Actualizado Neto, (VAN)</b>	<b>\$ 3.527.848</b>	<b>\$ 2.174.469</b>	<b>\$ 1.743.871</b>	<b>\$ 1.191.314</b>				
<b>Periodo de Recuperación</b>	<b>4 Años</b>	<b>4 meses</b>						