

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS**



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICO PARA
LA EXPLOTACIÓN DEL GRANITO CON FINES
ORNAMENTALES EN EL CERRO CHIVATO, UBICADO EN EL
HATO EL NOVILLO, MUNICIPIO ANGOSTURA, ESTADO
BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR LA BACHILLER
FIGUERA NOELIS
PARA OPTAR AL
TÍTULO DE
INGENIERO DE MINAS**

CIUDAD BOLÍVAR, JUNIO 2012

HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado intitulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICO PARA LA EXPLOTACIÓN DEL GRANITO CON FINES ORNAMENTALES EN EL CERRO CHIVATO, UBICADO EN EL HATO EL NOVILLO, MUNICIPIO ANGOSTURA, ESTADO BOLÍVAR**, presentado por la bachiller: FIGUERA NOELIS, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

Profesora María Rojas

(Jurado)

(Jurado)

Profesor Willians Caña
Jefe del Departamento de Minas

Ciudad Bolívar_____ de_____2012.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este Trabajo de Grado primeramente a Dios todopoderoso por ser mi luz y mi guía.

A mis padres, Nieves Armario y José Figuera por apoyarme incondicionalmente a lo largo de toda mi carrera universitaria.

A mi novio German González, por su ayuda y comprensión a lo largo de todo este proceso.

A mi tía Mercedes Armario, por su apoyo y por confiar en mí.

A mis abuelos, Carmen Figuera y Luis Armario por sus palabras de aliento y cariño.

En especial a mi tío Felipe Figuera (Q.E.P.D), se que en donde estés te encuentras feliz y orgulloso.

Noelis Figuera

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Oriente por brindarme la oportunidad de cursar mi carrera universitaria de forma satisfactoria.

A mi tutora académica Profesora María Rojas, por su valiosa colaboración y asesoramiento.

A David González, coautor de la prospección geológica del área de estudio, hecha en el 2007.

Al Doctor Joaquín Flores propietario del Hato El Novillo, donde se encuentra el afloramiento granítico objeto de estudio.

A mis compañeros de clase en especial a Yusbelis Hernández, José Velásquez y Genaro Maita.

Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron, me ayudaron y se preocuparon por mí a lo largo de este camino, a todos, Gracias.

Noelis Figuera

RESUMEN

En este trabajo intitulado “Estudio de Factibilidad Técnico – Económico para la Explotación del Granito con Fines Ornamentales en el Cerro Chivato, ubicado en el Hato El Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar”, para lograrlo se desarrollaron los siguientes objetivos específicos: Calcular las reservas del yacimiento, diseñar un plan de explotación, analizar económicamente la factibilidad del proyecto e identificar los impactos ambientales generados por el proyecto y establecer medidas mitigantes y preventivas. La presente investigación se desarrolló mediante el método aplicado de los trabajos proyectivos, apoyado en un diseño de los estudios aplicados, el cual consta de una fase de apertura para una duración de veinte (20) años, basado en el tiempo estipulado por el derecho de explotación en el título minero. La investigación se dividió en cuatro (4) fases: revisión bibliográfica, cálculo de la reserva del yacimiento, análisis de factibilidad, evaluación económica, evaluación ambiental, para así concluir con la redacción del informe final. Para la recopilación bibliográfica se consideraron trabajos, tesis de grado así como el apoyo de la Gerencia de Fiscalización y Tributos del Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB), ente que facilitó información del área objeto de estudio, así como empresas relacionadas con la extracción de granito permitiendo el apoyo técnico y documental. Se calculó las reservas, las cuales son 1.637.531,11m³. Para el procesamiento de la información se consideraron técnicas como el método de explotación por bancos múltiples, que permiten el diseño de la cantera. Además se realizó una evaluación para la identificación de los posibles impactos ambientales que se pudieran generarse en la zona como la deforestación, el aspecto visual y su posible solución, como la siembra de especies vegetales autóctonas de la zona. Una vez esquematizado el plan de explotación se realizó los cálculos de las maquinarias requeridas las cuales son: Un (1) cargador frontal Caterpillar 988H, compresor neumático Atlas Copco XRVS 976, compresor Atlas Copco XAS 97, dos (2) banqueadores Segada base doble, un banqueador Segada base única, cinco (5) martillos neumáticos Atlas Copco BBC34W, un gato hidráulico centralina, una (1) máquina de soldar marca lincom, un camión Ford F350 Hp, estos equipos fueron considerados comparando por los requeridos y utilizados en empresas como Explotación Piedras de Guayana C. A, para cumplir con las metas de producción planteada. También se realizó una evaluación económica del proyecto, obteniendo como resultado una Tasa Mínima Atractiva de Retorno de 18,94%, el Valor Presente Neto de 2.532.315,51 Bs F. y una Tasa Interna de Retorno del 31,56%, lo que enuncia la factibilidad en los términos planteados para el plan de explotación.

CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABLAS.....	xi
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I.....	04
SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	04
1.1 SITUACIÓN OBJETO DE ESTUDIO.....	04
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	05
1.2.1 Objetivo general.....	05
1.2.2 Objetivos específicos.....	05
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	06
1.4 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	07
CAPÍTULO II.....	08
GENERALIDADES.....	08
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	08
2.2 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO	09
2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y NATURALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	09
2.3.1 Clima.....	09
2.3.1.1 Características del clima tropical húmedo a seco.....	10
2.3.2 Suelos.....	10
2.3.3 Vegetación.....	10
2.3.4 Drenajes	13
2.3.5 Geomorfología.....	13
2.4 GEOLOGÍA REGIONAL	14
2.4.1 Complejo de Imataca.....	16
2.4.2 La migmatita de la Ceiba.....	17
2.4.3 Intrusivos jóvenes.....	17
2.4.4 Antecedentes de la provincia geológica de Imataca	19
2.4.5 Estratigrafía.....	23
2.5 GEOLOGÍA LOCAL	24
2.5.1 Descripción litológica Cerro Chivato.....	25
2.5.1.1 Unidad de gneises graníticos cuarzo feldespáticos.....	25
2.5.1.2 Unidad de diques de diabasa sin metamorfizar.....	25
2.5.1.3 Formación mesa	26

2.5.1.4 Sedimentos resientes.....	26
CAPÍTULO III	27
MARCO TEÓRICO.....	27
3.1 Rocas ornamentales	27
3.2 Clasificación de las rocas ornamentales	27
3.3 Tipos de granitos desde el punto de vista ornamental.....	28
3.3.1 Familias de granitos según la disposición de sus cristales	29
3.3.1.1 Esquistos cristalinos	29
3.3.1.2 Migmatitas.....	30
3.3.1.3 Los gabros	30
3.3.1.4 Rocas raras	30
3.3.2 Granitos con minerales claros y abundancia de sílice.....	30
3.3.3 Granitos en función de los minerales máficos o félsicos	30
3.3.3.1 Granitos claros.....	30
3.3.3.2 Granitos oscuros.....	31
3.4 GRUPOS DE GRANITOS DE USO ORNAMENTAL.....	31
3.4.1 Granitos y granodioritas	31
3.4.2 Tonalitas, monzanitas y cuarzodioritas	31
3.4.3 Dioritas y gabros.....	32
3.4.4 Otros.....	32
3.5 CARACTERÍSTICAS DEL GRANITO	32
3.5.1 Composición.....	32
3.5.2 Color	33
3.5.3 Textura	33
3.5.4 Homogeneidad.....	34
3.5.5 Granulometría.....	34
3.5.6 Oxidación	34
3.6 PARÁMETROS BÁSICOS PARA EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL GRANITO.....	35
3.6.1 Resistencia a la compresión simple.....	35
3.6.2 Abrasión de los ángeles.....	36
3.6.3 Resistencia a flexión.....	36
3.6.4 Resistencia al choque.....	36
3.7 SISTEMA Y TÉCNICAS DE ARRANQUE DE LAS ROCAS ORNAMENTALES	37
3.7.1 Perforación de método de cemento expansivo	39
3.7.2 Utilización de cuñas manuales e hidráulicas.....	39
3.8 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN.....	40
3.9 CÁLCULO DE LAS RESERVAS.....	41
3.9.1 Cálculo de equipos de perforación, carga y acarreo	42
3.9.2 Rendimientos del turno de trabajo	42

3.9.3 Disponibilidad del equipo	44
3.9.4 Rendimiento de la perforación.....	44
3.9.5 Sarta de perforación.....	44
3.9.6 Barras de perforación.....	44
3.9.7 Adaptadores de culata o shank	45
3.9.8 Manguitos o acoples.....	46
3.9.9 Brocas.....	46
3.10 EQUIPOS DE CARGA.....	47
3.10.1 Cálculo de camiones.....	47
3.10.2 Cargadores frontales.....	51
3.11 EVALUACIÓN FINANCIERA.....	55
3.11.1 Factibilidad del proyecto.....	56
3.11.1.1 Análisis de la inflación.....	56
3.11.1.2 Ingresos estimados.....	56
3.11.1.3 Depreciación.....	57
3.11.1.4 Fondo de prevención ambiental.....	57
3.12 Variables analizadas en el proyecto.....	58
3.13 Evaluación ambiental.....	59
3.14 Criterios relevantes integrados.....	60
CAPÍTULO IV	64
METODOLOGÍA DE TRABAJO	64
4.1 Nivel de investigación.....	64
4.2 Diseño de investigación.....	64
4.3 Flujograma.....	65
4.3.1. Revisión bibliográfica.....	66
4.3.2 Cálculo de la reserva del yacimiento	66
4.3.3 Diseño de plan de explotación.....	66
4.3.4 Evaluación económica.....	67
4.3.5 Evaluación ambiental.....	67
4.3.6 Conclusiones y recomendaciones	68
4.3.7 Informe final.....	68
CAPÍTULO V	69
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	69
5.1 Cálculo de reservas	69
5.2 Diseñar un plan de explotación	71
5.2.1 Geometría del diseño.....	71
5.2.1.1 Altura de banco	72
5.2.1.2 Dimensiones de las rampas	73
5.2.1.3 Lapso para la obtención de los bloques.....	74
5.2.2 Método de explotación.....	74
5.2.3 Inventario de los principales equipos y maquinarias requeridos.....	75

5.3 Etapas del proceso de extracción de los bloques comerciales.....	77
5.3.1 Aperturas de los frentes.....	77
5.3.2 Corte primario, levante y corte de los pastillones.....	77
5.3.2.1 Corte primario.....	78
5.3.2.2 Levante.....	78
5.3.2.3 Corte de los pastillones.....	79
5.3.3 Separación de los bloques comerciales.....	80
5.3.4 Perforación.....	80
5.3.4.1 Cálculo del tiempo efectivo de trabajo.....	83
5.4 Consumo de cemento expansivo.....	84
CAPÍTULO VI.....	86
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	86
6.1 INVERSIÓN INICIAL ESTIMADA PARA EQUIPOS, MAQUINARIAS E INFRAESTRUCTURA.....	88
6.2 ESTIMACIÓN DE LOS INGRESOS.....	90
6.3 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS.....	91
6.3.1 Costo del personal.....	91
6.3.2 Depreciación.....	91
6.4 ESTIMACIÓN DE LOS EGRESOS.....	94
6.4.1 Costos de financiamiento y amortización del capital.....	94
6.4.2 Impuestos de explotación, guías de circulación para mineral y otros Casos.....	93
6.4.3 Fondo de prevención ambiental.....	93
6.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO.....	94
CAPÍTULO VII.....	96
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	96
7.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	96
7.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	98
7.2.1 Efectos sobre el suelo.....	99
7.2.2 Contaminación del aire por emisión de partículas de polvo.....	99
7.2.3 Contaminación por gases.....	99
7.2.4 Contaminación por ruido.....	99
7.2.5 Efectos sobre la fauna.....	100
7.2.6 Efectos sobre el paisaje.....	100
7.2.7 Efecto sobre el personal.....	100
7.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN AMBIENTAL.....	101
7.4 MEDIDAS MITIGANTES Y DE RECUPERACIÓN DE ÁREAS INTERVENIDAS.....	102
7.4.1 Disposición de la capa vegetal removida.....	102
7.4.2 Restauración de los frentes abandonados.....	102
7.5 PROGRAMACIÓN DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN AL PERSONAL.....	102

7.5.1 Provisión de protectores contra los efectos de ruido y polvo.....	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS.....	107

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	08
2.2 Vegetación de Sabana. (Gonzales D. y Hernández M. 2007).....	11
2.3 Vegetación Densa en el Afloramiento. (Gonzales D.y Hernández M. 2007)...	12
2.4 Desintegración granular. (Gonzales D.y Hernández M. 2007).....	14
2.5 Mapa de las Provincias Geológicas del Estado Bolívar. (Mendoza, V. 2003)..	15
2.6 Edades Sm/Nd del protolito Complejo de Imataca. (Mendoza, V. 2003).....	18
5.1 Inventario de equipos.....	69

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Límites geográficos del área.....	09
2.2 Especies de bosques de galería. (C.V.G Tecmin,1991).....	12
2.3 Vegetación Densa en el Afloramiento. (Gonzales D.y Hernández M. 2007)....	12
2.4 Desintegración granular. (Gonzales D.y Hernández M. 2007).....	14
2.5 Mapa de las Provincias Geológicas del Estado Bolívar. (Mendoza, V. 2003)..	15
2.6 Edades Sm/Nd del protolito Complejo de Imataca. (Mendoza, V. 2003).....	18
5.1 Inventario de equipos.....	70

LISTA DE APÉNDICES

Página

A.1 Resumen de la valoración de los impactos.....	112
A.2 Continuación de la Tabla A.1.....	113

LISTA DE ANEXOS

1. MAPA TOPOGRÁFICA DEL HATO EL NOVILLO EN LA VÍA EL SALDO,
CARRETERA CIUDAD BOLÍVAR-CIUDAD PIAR. MUNICIPIO ANGOSTURA
DEL ESTADO BOLÍVAR

2. SECCIONES TRANSVERSALES

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el granito forma parte de su riqueza geológica. Al sur del país, específicamente en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar existen millones de metros cúbicos de reservas de rocas de granito, apropiadas para la fabricación de láminas con fines ornamentales usadas mayormente para piezas de decoración, monumentos, fabricación de mesas, asientos, revestimiento de pisos y paredes.

Estudios realizados en el Cerro Chivato, ubicado en la parte norte del Estado Bolívar, a cuarenta (40 Km) de la carretera Ciudad Bolívar-Ciudad Piar, vía El Saldo en el Municipio Autónomo Angostura, específicamente en el Hato El Novillo, el cuál abarca un área de dos mil quinientos cincuenta y nueve hectáreas (2559 ha) muestran sedimentos de la formación mesa, donde aflora un domo de granito de potencial valor comercial.

El yacimiento tiene una excelente ubicación geográfica, ya que se encuentra cerca de la carretera con destino a Ciudad Bolívar y destinos nacionales. Por lo tanto la importancia del presente estudio subyace en la puesta en marcha de la operación minera en el Hato El Novillo, la cual permitiría crear una nueva fuente de trabajo, y en consecuencia se crearían empleos directos e indirectos. Asimismo, dará lugar a un estímulo para otras actividades comerciales y de servicios para atender requerimientos operativos.

El objetivo general que consiste en realizar un estudio de factibilidad técnico – económico para la explotación del granito con fines ornamentales en el

Cerro Chivato, ubicado en el Hato el Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar. Todo esto mediante el desarrollo de los objetivos específicos, tales como: Calcular las reservas del yacimiento, diseñar un plan de explotación, analizar económicamente la factibilidad del proyecto, identificar los impactos ambientales generados por el proyecto y establecer medidas mitigantes y preventivas.

Es importante destacar que la viabilidad de la investigación no presenta inconvenientes, ya que, las posibilidades de conseguir datos para el desarrollo del estudio son amplias, el espacio y tiempo para llevar a cabo la investigación es acorde.

El alcance del presente trabajo permitirá establecer la información técnica económica, para explotar el afloramiento granítico ubicado en el Hato el Novillo, situado en el Municipio Angostura, Estado Bolívar, detallando información sobre planes de avances, requerimientos de equipos en la cantera, personal necesario, aspectos ambientales que permitan minimizar la afectación de los posibles impactos que pudieran provocarse. Logrando evidenciar si es factible la puesta en marcha del proyecto, llegando a ser utilizado como fase de inicio en la ejecución de esta cantera. De esta manera, la presente investigación se encuentra estructurada de la siguiente forma:

Capítulo I. Situación a investigar, se presenta la situación objeto de estudio, los objetivos de la investigación: general y específicos, justificación y alcance del estudio. Capítulo II. Generalidades, en el cual se presenta ubicación geográfica del área, acceso, características físicos-naturales, geología regional y/o local. Capítulo III. Marco teórico, que contiene los antecedentes, fundamentos teóricos y definición de términos básicos. Capítulo IV. Metodología del trabajo, que trata sobre el tipo y

diseño de investigación, flujograma, población y muestra y técnica e instrumento de recolección de datos. Capítulo V. Análisis e interpretación de los datos, contiene la información encontrada durante el proceso de la investigación. Esta información fue analizada de manera tal que guiaran hacia la consecución de los objetivos específicos planteados. Capítulo VI. Estudio de factibilidad, en este capítulo se presentan los resultados financieros, económicos y sociales del proyecto. De igual manera, se presentan las conclusiones y recomendaciones, referencias y anexos.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

La realidad económica a nivel mundial de hoy en día demanda el desarrollo de altos niveles de competitividad, calidad y eficiencia y para ello requiere el diseño y desarrollo de indicadores de gestión que estén dirigidos al mejoramiento de las operaciones de trabajo y propicien una productividad laboral eficiente a los efectos de que respondan en forma eficiente a las exigencias de su entorno y a los cambios tecnológicos y organizativos que en la actualidad se producen.

En este orden de ideas, el mercado de la piedra natural está directamente ligado al sector de la construcción, tanto residencial, institucional, comercial, para ser herramienta propicia en innovaciones en la construcción y a la arquitectura. En el caso específico del granito, su utilización ha aumentado considerablemente, todo como resultado del crecimiento en los últimos años del sector constructor y trabajos ligados a la arquitectura, por lo que se hace necesario evaluar la puesta en marcha de nuevos proyectos para cubrir la demanda tanto nacional como internacional. Dicho crecimiento genera como consecuencias aumento de la competencia interna y externa, mayores exigencias de calidad, así como la búsqueda de mano de obra calificada.

Por lo tanto cada día más se requiere evaluar mejores formas de explotación y estudios de impactos, que permitan un desarrollo de la mano de obra, dando así lugar a una minería sustentable que cumpla con los requerimientos de calidad y exigencias de un mercado, el cual crece paulatinamente.

Debido a estas circunstancias se requiere realizar un estudio de factibilidad técnico – económico para la explotación del granito con fines ornamentales en el Cerro Chivato, ubicado en el Hato el Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar, determinando la uniformidad del yacimiento en toda su extensión así como: la resistencia a la compresión en mil seiscientos kilogramos sobre centímetros cuadrados (1.600 kg/cm^2); el valor promedio de absorción de agua se ubica en cero coma treinta por ciento (0,30%), el peso específico en dos coma sesenta kilogramos sobre metros cúbicos ($2,60 \text{ Kg/m}^3$), la tensión o flexión en cuatrocientos sesenta y siete coma un kilogramos sobre metros cuadrados $467,1 \text{ Kg/cm}^2$, la abrasión de los ángeles en veintisiete coma treinta y cuatro por ciento (27,34 %), que de acuerdo a los valores de Deere y Millarposee una resistencia apta para uso ornamental.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Realizar un estudio de factibilidad técnico – económico para la explotación del granito con fines ornamentales en el Cerro Chivato, ubicado en el Hato el Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1.- Calcular las reservas del yacimiento.

2-. Diseñar un plan de explotación.

- 3-. Analizar económicamente la factibilidad del proyecto.
- 4-. Identificar los impactos ambientales generados por el proyecto y establecer medidas mitigantes y preventivas.

1.3 Justificación de la investigación

En virtud de las riquezas de minerales no metálicos en Ciudad Bolívar, la Gobernación del Estado Bolívar delegando autoridad en el Instituto Autónomo de Minas Bolívar, con miras a desarrollar e incentivar la industria y economía minera de los no metálicos, contemplo el diseño, ejecución e instalación de una planta de transformación de roca granítica ornamental para dar valor agregado a la región, lo cual permitirá que el granito no sea vendido en bloques, sino también en diversos productos tales como: láminas pulidas, baldosas, entre otros.

Planta que se espera inicie operaciones a mediados de febrero del 2011, todo esto hace necesarios la puesta en marcha de nuevos proyectos que permitan cubrir en mediana y gran parte los requerimientos de estos productos en obras de construcción y arquitecturas a nivel nacional e internacional.

La materia prima requerida para esta planta, serán bloques de granito, los cuales tendrán un impacto de venta mayor al tener bajos costos de transporte. Todo esto con un fin único; abaratar los costos de ventas finales, incentivando la demanda del granito en sus presentaciones más nobles como lo son las de topes entre otros. El Estado Bolívar cuenta con una diversidad y colores de roca graníticas, lo cual la hace

de un muy importante atractivo para mercados a nivel mundial, de aquí la importancia de incentivar y crear una minería con visión de futuro de la mano con el ambiente.

Adicionalmente, el presente estudio permite aportar una serie de directrices de carácter metodológico que podrán servir como elemento guía para otras investigaciones, relacionados con los objetivos en estudio. Por lo tanto, es importante acotar que en la práctica es de gran relevancia, ya que el investigador acrecentará sus conocimientos teóricos y prácticos y contribuirá con la optimización de la gestión técnica y económica de la explotación del granito para fines ornamentales.

1.4 Alcance de la investigación

El presente trabajo permitirá establecer la información técnica económica, para explotar el afloramiento granítico ubicado en el Hato el Novillo, situado en el Municipio Angostura, Estado Bolívar, detallando información sobre planes de avances, requerimientos de equipos en la cantera, personal necesario, aspectos ambientales que permitan minimizar la afectación de los posibles impactos que pudieran provocarse. Logrando evidenciar la factibilidad de la puesta en marcha del proyecto, llegando a ser utilizado como fase de inicio en la ejecución de esta cantera.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El Cerro Chivato está ubicado en la parte norte del Estado Bolívar, a 40 Km de la carretera Ciudad Bolívar-Ciudad Piar, vía El Saldo en el Municipio Autónomo Angostura, específicamente en el Hato El Novillo, el cuál abarca un área de 2559 hectáreas. (Figura 2.1).

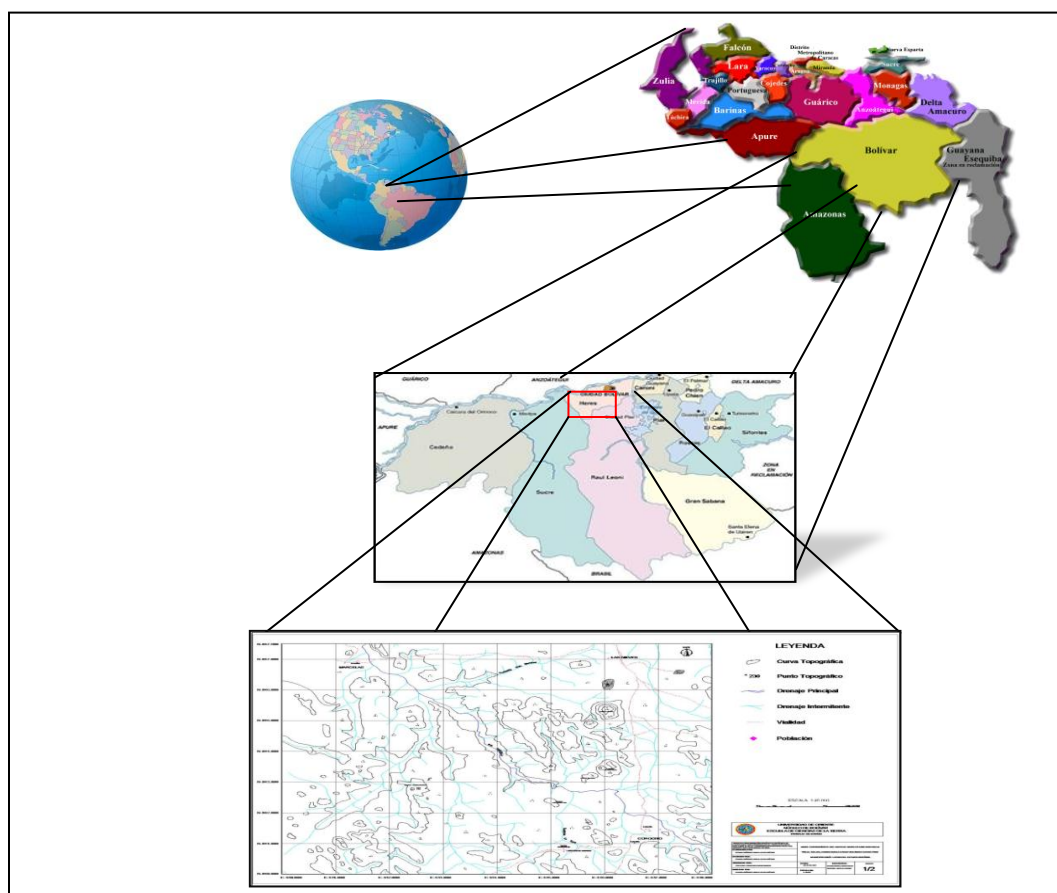


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio. Fuente: Elaboración propia del autor. (Figuera, N., 2012).

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al Cerro Chivato se realiza fácilmente por vía terrestre, a través de la carretera nacional Ciudad Bolívar-Ciudad Piar, hasta alcanzar aproximadamente 40 Km, donde se toma al oeste una carretera engranzonada a lo largo de 2 Km aproximadamente hasta encontrar el portón de acceso a los afloramientos, donde continua la carretera de tierra y granzón que lleva a los diferentes afloramientos.

Tabla 2.1 Límites geográficos del área.

COORDENADAS UTM	
NORTE	ESTE
846912	430578
840875	432314
841528	436891
847000	436193

2.3 Características físicas y naturales del área de estudio

2.3.1 Clima

La zona presenta un clima tropical seco a húmedo, que se divide en una estación lluviosa, la cual una se extiende desde el mes de Marzo hasta el mes de Octubre y la otra desde el mes de Noviembre hasta Diciembre. La temperatura promedio en la zona es de aproximadamente (26,7 °C). La precipitación anual de la región es aproximadamente (1905 mm).

2.3.1.1 Características del clima tropical lluvioso de sabana

- Temperatura de 28 °C
- Temperatura máxima media de 35 °C
- Temperatura mínima media de 24 °C
- Humedad relativa media anual de 79 %
- Pluviosidad promedio anual de 1,002 mm
- Precipitación máxima total de 1,050 mm
- Precipitación mínima total de 0,739 mm
- Precipitación máxima de junio y agosto.

2.3.2 Suelos

En la zona de estudio la cobertura del suelo es mayormente arenoso en superficie y arcilloso en profundidad, observándose generalmente entre lomas que conforman el paisaje de peniplanicies. Los suelos que se han desarrollado en esta zona, son el producto de la desintegración, meteorización y erosión de la diabasa y rocas graníticas que constituyen el basamento ígneo metamórfico predominante en el área de estudio, originando un suelo de color rojizo). Los suelos son ácidos con bajo contenido de materia orgánica. La capacidad de retención de humedad es muy baja en los primeros estratos del suelo y moderada en profundidad, permeabilidad muy rápida a moderada y drenaje bueno. (C.V.G Tecmin. et al, op.cit.).

2.3.3 Vegetación

En la zona se desarrollan varios tipos de vegetación, la cual varía en cada uno de los afloramientos existentes; como son la vegetación de sabana, bosques de galería

y sabana arbolada. (C.V.G Tecmin. et al, op.cit.). La vegetación de sabana se presenta en los valles y algunas colinas bajas; caracterizada por gramíneas, chaparros y algunos arbustos. (Figura 2.2). (C.V.G Tecmin, 1991). En la zona donde se encuentra ubicado el afloramiento, la vegetación está caracterizada por ser un poco densa, de mediana a alta; evidenciado por la meteorización de la roca. (Figura 2.3). (C.V.G Tecmin, et al, op.cit.).

El bosque de galería se encuentra formando una asociación edáfica, siempre verde, creciendo a orillas del curso de agua (márgenes y áreas de influencia freática), con sus raíces en la zona de saturación de humedad o cerca de ella, (Tabla 2.2). Estructuralmente se caracteriza por ser de baja a mediana altura y mediana a densa cobertura, se observan morichales. C.V.G Tecmin. et al, op.cit.).



Figura 2.2. Vegetación de Sabana. Gonzales D., y Hernández M., (2007).



Figura 2.3 Vegetación Densa en el Afloramiento. Gonzales D. y Hernández M., (2007).

Tabla 2.2 Especies de bosques de galería. (Tomado de C.V.G Tecmin, 1991).

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Aceite	Coppaifera officinalis
Ceiba	Cieba pentandra
Jobo	Spondias monbim
Pilón	Andira enermia
Algarrobo	Hymenaea courbaril
Cañafístula	Cassia fistula
Caruto	Genipa Caruto
Sangre drago	Pterocarpus sp
Tacamajaca	Prontium sp

2.3.4 Drenajes

El río principal de la zona intermitente Marcela de rumbo Noroeste-Sureste; el cual se alimenta regionalmente de las quebradas Siete Moriches con rumbo Nor'Oeste y la Tigra con rumbo Sureste. (C.V.G Tecmin, 1991).

En la zona de estudio se pudo observar un control estructural de carácter subparalelo del drenaje existente, siendo este un drenaje dendrítico que fluye hacia el sureste. Está constituido por pequeños cursos de agua de regímenes de carácter intermitente, también existen lagunas y morichales en el área. (C.V.G Tecmin., et al, op.cit.)

2.3.5 Geomorfología

La zona de estudio se encuentra dentro de la provincia geológica de Imataca y desde el punto de vista fisiográfico, los terrenos donde se ubican las masas graníticas, se caracterizan por presentar una topografía ondulada con pendientes, donde los domos se destacan por su altura y topografía muy quebrada y vertientes escarpadas. (C.V.G Tecmin, et al, op.cit.)

La presencia de estos domos, sobre el paisaje ondulado (peniplanicie) es indicio de la erosión diferencial que ha ocurrido en la región y procesos de peneplanación, que combinan acciones mecánicas y químicas, generando predominantemente relieves rebajados donde se alternan colinas altas y planicies. (C.V.G Tecmin., et al, op.cit.).

En algunos afloramientos se pudo observar que han sido afectados fuertemente por la meteorización produciendo en ellos un desmenuzamiento grano a grano de masas rocosas llamado desintegración granular y la fracturación en bloque producto de las numerosas diaclasas presentes en los afloramientos, estos se presentan comúnmente en rocas como el granito y el gabro (Figuras 2.4 y 2.5). (C.V.G Tecmin., et al, op.cit.).

2.4 Geología regional

El Escudo de Guayana se extiende al Sur del río Orinoco y ocupa algo más del 50% de la superficie de Venezuela. Está litológicamente formado por rocas Precámbricas, es decir, antes de la Era Paleozoica o Primaria. Estas rocas constituyen unas de las formaciones geológicas más antiguas del mundo. La composición del macizo está representada fundamentalmente por rocas ígneas producidas por la solidificación magmática en el fondo de los mares primitivos, que posteriormente emergieron como grandes bloques continentales; luego el metamorfismo influyó en la transformación de parte de estas rocas y de otras más jóvenes que fueron apareciendo (González de Juana, 1.980).



Figura 2.4 Desintegración granular. Gonzales D., y Hernández M., (2007).

Basándose en características petrológicas y tectónicas, el Escudo de Guayana ha sido dividido en cuatro (04) provincias geológicas (Menéndez, 1.968), que en orden de edad de más antigua a más joven son Imataca-Pastora-Cuchivero-Roraima.

Los afloramientos que se encuentran en la zona de estudio pertenecen a la provincia geológica de Imataca, la cual se extiende en dirección Suroeste-Noreste desde las proximidades del río Caura hasta el delta del Orinoco y en dirección Noroeste- Sureste aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Guri, de unos quinientos cincuenta kilómetros (550 Km) de largo y ochenta kilómetros (80 Km) de ancho, respectivamente (Figura 2.5). (Mendoza, V, 2003).

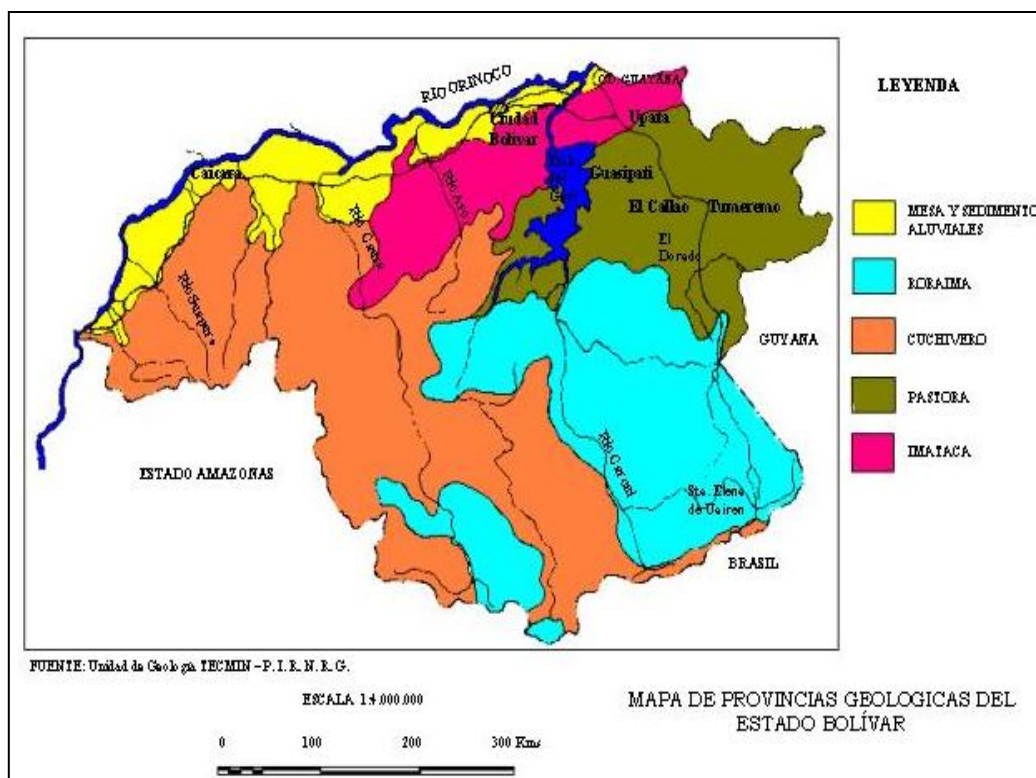


Figura 2.5. Mapa de las Provincias Geológicas del Estado Bolívar. Mendoza, V., (2003).

Litológicamente la provincia geológica de Imataca está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15%-20%) y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro, dolomitas, charnockitas, anortositas, y granitos intrusivos, mas jóvenes y remanentes erosiónales, menos metamorfizados, y más jóvenes cinturones de rocas verdes.

El metamorfismo registrado en estas rocas decrece desde la Mina de Hierro El Pao, con granulitas de dos piroxenos en charnockitas, anortositas, y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (que sugieren temperaturas de hasta 750-850 °C y moderadas a elevadas presiones de 8 a 8,5 Kbs, equivalentes a menos de 30 Km de presión de rocas), hacia la zona de Guri, con anfibolitas y migmatitas, rocas graníticas, con granate-cordierita sillimanita (que implica temperaturas de 650-700 °C y presiones de 4 a 7 Kbs). Estas rocas de alto grado metamórfico se interpretan como evolucionados primitivos cinturones de rocas verdes y complejos graníticos potasicos y sodicos, varias veces tectonizados y metamorfizados hasta alcanzar la facie de la anfibolita y granulita (Mendoza, et al, op.cit).

En la provincia geológica de Imataca afloran el Complejo de Imataca, la Migmatita de la Ceiba e Intrusivos Jóvenes.

2.4.1 Complejo de Imataca

El término “Complejo de Imataca”, lo introduce (Chase, 1.965), por considerar que la complejidad de la estructura hace improbable que se logre la determinación de una sucesión inequívoca de formaciones dentro del conjunto.

El complejo de Imataca es una unidad de rocas cristalinas (Léxico Estratigráfico de Venezuela, 1.969), originalmente sedimentarias en la actualidad intensamente metamorfozada y estructuralmente compleja, perteneciente al Precámbrico y representada principalmente por un rumbo general Norte setenta grados Este (N 70° E), con un buzamiento general hacia el Sur; está ubicado al Norte de Guayana expandiéndose a la margen del río Orinoco, ocupando una anchura que va de 65 a 130 Km, con una longitud de aproximadamente 510 Km.

La edad se estima en 2.6 G.a, de acuerdo a las dataciones radiométricas Sm/Nd. (Figura 2.7). (Léxico Estratigráfico de Venezuela., et al, op.cit.). El Complejo de Imataca esta propiamente caracterizado por una serie de horizontes ferríferos interestratificados con gneises cuarzo feldespáticos y anfibolitas, piroxenitas, afectados a su vez por intrusiones de rocas graníticas y diques basálticos. (Léxico Estratigráfico de Venezuela., et al, op.cit.).

2.4.2 La migmatita de La ceiba

La migmatita de La Ceiba es un nombre empleado originalmente por (Kalliokosky, 1.965), cuyas rocas consisten en dos (02) componentes esenciales; una roca anfitrión de gneis cuarzo feldespático de grano fino a medio y una roca huésped de composición granítica de grano medio a grueso.

2.4.3 Intrusivos jóvenes

Dentro de los intrusivos jóvenes se encuentran el Granito de la Encrucijada (Kalliokosky, 1.965), la Monzonita Cuarcífera del Cerro Guanacipana (Kallioskosky, et al, op.cit) y algunos cuerpos granodioríticos.

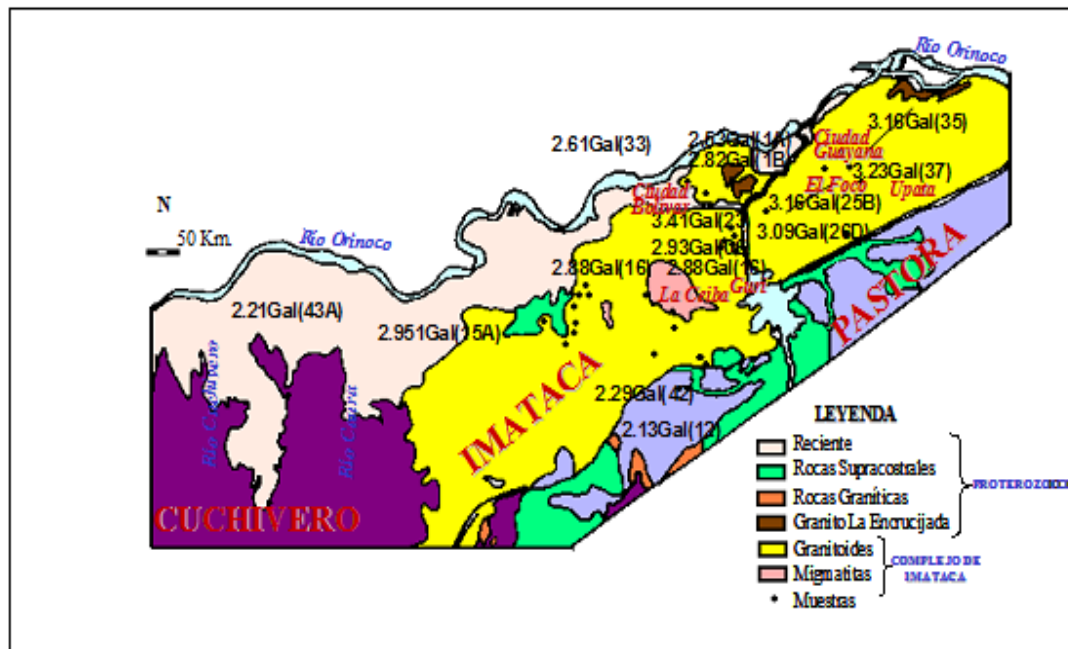


Figura 2.6 Edades Sm/Nd del protolito Complejo de Imataca (Mendoza, V., 2003).

Las rocas que afloran en la propiedad del hato Lomas del Viento son de edad precámbrica (≈ 2.4 G.a.) y se han denominado bajo el término “intrusivos post-Imataca”, los cuales están compuestos por granitos rosados de grano fino a medio, y granitos equigranulares, gneises masivos biotíticos frecuentemente milonitizados, y diques de rocas máficas. (Kalliokosky, 1.965).

La Provincia de Imataca registra seis (06) o más dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas de corrimiento. Internamente el plegamiento es isoclinal con replegamiento mas abierto. En la parte Norte los pliegues tienen rumbo Nor-oeste, mientras que en la parte Sur, la tendencia dominante de los pliegues es $N60^{\circ}-70^{\circ}E$, que es la que predomina regionalmente, es decir, aproximadamente paralela a la falla de Guri. (Mendoza, V. 2003).

2.4.4 Antecedentes de la provincia geológica de Imataca

El nombre de Imataca fue introducido por Newhouse y Zuloaga (1.929) para definir la serie de Imataca, la cual originalmente incluía cuarcitas ferruginosas de grano medio, de color gris acerado, con estratificación bien marcada. Más tarde Zuloaga y Tello (1.939), le dieron una nueva denominación al cambiar el nombre de serie por el de Formación Imataca y asomaron la posibilidad de que esta formación estuviese por encima de los gneises del Complejo Arcaico, estimando que una intrusión granítica hizo desaparecer el contacto.

Ascanio (1.949), mediante observaciones de campo realizadas en el Cerro Santa Bárbara, señaló que las cuarcitas ferruginosas estaban intercaladas con los gneises. Dengo y Candiales (1.949), llegaron a la conclusión de que la cuarcita y los gneises estaban interestratificados, ya que una afloran muy cerca una de la otra, con rumbos y buzamientos paralelos.

Bucher (1.952) considera las cuarcitas ferruginosas como un simple miembro del complejo metamórfico que se extiende desde El Pao hasta el río Orinoco. Bellizzia y Martín Bellizzia (1.952), corroboraron la observación de la interestratificación del gneis y la cuarcita en cortes de las labores mineras de El Pao y en las vueltas de Santa Maria de la carretera de Upata-Guasipati.

Bellizzia y Martín Bellizzia (1.956) redefinieron la “Serie Imataca” para abarcar toda la secuencia de rocas metamórficas de alto grado que incluye a las cuarcitas ferruginosas. Short y Steenken (1.952) llamaron al grupo Imataca como un conjunto de gneises microclínicos-biotíticos grises y rosados con numerosas capas

delgadas de cuarcitas ferruginosas, descritos por Bellizzia y Martín Bellizzia, (et al, opcit).

Kallioskosky (et al, opcit) abarca la presente área de estudio dentro de su reconocimiento geológico de la parte Norte-central del escudo de Guayana y define el Complejo de Imataca en la región estudiada como la porción más baja en la secuencia de rocas que comprenden gneises cuarzo feldespático, gneises anfibolíticos y piroxenoanfibólico, cuarcitas ferruginosas y migmatitas.

Chase (1.965) en su estudio geológico regional de la Anfibolita de Panamo, abarca parte de la zona de estudio y define el Complejo de Imataca como una secuencia estratificada de granulitas, gneises, formaciones de hierro y granitos, con una anchura de por lo menos 4 Km.

Ratmiroff (1.965) define el Complejo de Imataca en el cuadrilátero de Upata como litológicamente, compuesto principalmente de gneises félsicos interestratificados con rocas máficas y formaciones de hierro. Pequeños y oblicuos cuerpos de granitos de apariencia ígnea afloran en forma de migmatita, corrientemente con relaciones de corte transversal.

Mc Candles (1.966) abarcó la zona de estudio dentro de su reconocimiento geológico de la parte septentrional del Escudo de Guayana y llamó al Complejo de Imataca “Grupo Imataca”, definiéndolo como una faja estructuralmente compleja de rumbo Este-Noreste, de rocas metamórficas de alto grado, que incluye zonas migmatíticas, plutonescatazonales y cuerpos granulíticosmáficos.

Menéndez, (et al, opcit), sitúa la Provincia de Imataca en el extremo norte de la Guayana, y ocupa una faja angosta entre el río Caura al oeste hasta el estado Delta Amacuro al Este.

Martín Bellizzia (1.968) y (1.972), reseña y analiza las determinaciones de edades realizadas hasta la fecha, llegando a la conclusión de que los efectos tectónicos del Escudo de Guayana, corresponden a los siguientes parámetros: Guriense mas de 3.000 m.a., Orinoquensis 1.200-1.400 m.a., Guayaquil (equivalente a la Trans-Amazónica) 1.200-1.900 m.a.

Dougan (1.972), en su trabajo geológico regional sobre la región Upata-El Palmar-Villa Lola, define el Complejo de Imataca compuesto litológicamente gneises félsicos y máficos, granulitas, cuarcitas ferruginosas y por rocas de composición granítica. El citado autor concluye que este conjunto de rocas han estado sometidas a condiciones de presión-temperatura tales que han alcanzado el grado metamórfico de la facie granulítica (SubfaciesGranulítica-Hornablendica y Granulita Piroxénica).

Hurley (1.973), destaca que el Complejo de Imataca incluye rocas sedimentarias, charnockitas y granulitas con formaciones de hierro que quizás son más viejas que 3.000 m.a., probablemente tan antiguas como 3.400m.a., sobre la que se aprecia metamorfismo sub-secuente, joven del orden de 1.200 m.a., además indica 2.700 m.a., para la monzonita cuarcífera del Cerro la Ceiba y las rocas granitoides asociadas. Espejo (1.974), considera que el contacto superior del Complejo de Imataca es un contacto de falla con el gneis trondgemítico en la región de El Manteco-Guri.

Mendoza (1.974), divide el Escudo de Guayana en cuatro (04) provincias tectónicas: La provincia de Canaima o antiguamente llamada Roraima, La provincia del Esequibo, también Pastora, la provincia de Bolívar o también denominada provincia de Imataca, y por último la provincia de Amazonas que incluye al Súper Grupo Cedeño. Establece además que los contactos entre las fajas de las rocas de Cerro Bolívar, Laja Negra, La Ceiba, La Naranjita, Santa Rosa, Ciudad Bolívar y La Encrucijada de Ascanio (op. cit), se interpretan también como zonas donde chocaron placas menores cuya estabilización contribuyó a la formación del Complejo de Imataca.

Montgomery (1.979), la mayoría de las datas radiométricas de las rocas del Complejo de Imataca registran eventos magnéticas y metamórficos regionales. Los protolitosmetasedimentarios para algunas rocas gnéisicas del Complejo de Imataca han sido datados de 3.700-3.400 m.a., por los métodos Rb/Sr y Pb/Pb.

Para Hurley (1.976) y Omstott (1.989), las rocas del Complejo de Imataca fueron deformadas, intrusionadas y regionalmente metamorfizadas alrededor de 2.150-1960 m.a., se dio lugar a anfibolitas superiores a un metamorfismo de la Facie de las Granulitas.

Kalliokoski (et al, opcit), Dougan (1.967), Gibas y Wirth (1.986), el Complejo de Imataca incluye más de 80% de ortogneis cuarzo-feldespático, paragneis y granulitas félsicas, 10-15%, ortogneis máfico, granulita y charnockita, 1%. El resto consiste en formación bandeada de hierro metamorfizado y cantidades menores de

rocas metasedimentarias clásticas y químicas, rocas volcánicas sílice calco-alcaldas y menos rocas plutónicas.

2.4.5 Estratigrafía

El origen de las rocas de la provincia de Imataca ha sido motivo de controversias, sobre todo en lo que se refiere a la estratigrafía de esta provincia geológica, se han realizado diversos estudios en los cuales no se han logrado aún, determinar una sucesión de formaciones dentro del conjunto que definan en forma precisa su secuencia estratigráfica. (Chase, 1965). En relación con el Complejo de Imataca en el cuadrilátero de las Adjuntas y Panamo, Chase (et al, op.cit), lo describe como una secuencia estratigráfica de gneises intensamente metamorfizados con intercalaciones de granito.

Ratniroff (et al, op.cit), describe el complejo como una secuencia sedimentaria plegada, altamente metamorfizada y caracterizada por la presencia de formaciones de hierro intercaladas con abundantes gneises cuarzo feldespáticos y capas anfibolíticaspiroxénicas, que es intrusionada por grandes plutones graníticos.

Dougan (et al, opcit), describió dos (02) secuencias diferentes de gneises precámbricos complejamente plegados e intensamente metamorfizados separados entre sí por la Falla de Guri, Ciudad Piar. Señala que al Norte de la falla afloran rocas cuya secuencia estratigráfica se caracteriza por la alternancia cíclica de espesas unidades de gneis félsicos con capas de formaciones de hierro y otras litologías subordinadas como gneises máficos, los cuales incluyen anfibolitas y granulitas máficas. Considera los gneis máficos y félsicos como roca meta-ígneas, de

composición variable desde el basalto a la riolita y los interpreta como una secuencia metamorfizadas de rocas volcánicas estratificadas.

Al Sur de la falla de Guri se denomina informalmente a las rocas como “Gneises de los Indios”, divide la secuencia en dos sub-unidades estratigráficas; la parte superior, compuesta de formación de hierro cuarzo-magnetítico, cuarcitas, laminadas y anfibolita, de origen tanto ígneo como sedimentario; la parte inferior carece de formaciones hierro y anfibolita metasedimentaria, contiene pocos gneises cuarcíticos y litología monótona. Dougan (et al, opcit).

2.5 Geología local

El área de estudio, geológicamente está localizada entre la faja Laja Negra (Ascanio 1975). Ocupando un área aproximada de dos mil quinientos cincuenta y nueve hectáreas (2559 ha).

Las unidades geológicas existentes, pertenecen a la provincia Geológica de Imataca del Precámbrico, de edad Arqueozoica y Proterozoico, constituidas principalmente por cuatro (04) unidades geológicas, representadas por la unidad de gneises graníticos cuarzo feldespático, unidad de diques de diabasa sin metamorfizar, la Formación Mesa y los sedimentos resientes de naturaleza areno-arcillosa.

El afloramiento del cerro Chivato está constituido por Gneis Migmatítico con bandeamiento alternado de color rosado a gris claro de grano grueso el cual ha sido

intrusionado por un dique de diabasa de color gris oscuro de grano fino con dirección N 30-40° W, en la parte norte la vegetación es muy espesa con árboles de ocho (08) a diez metros (8-10 m) de altitud, y en la parte sur se encuentra más despejada con árboles de 2-3 m de altitud, se encontraron xenolitos de diferentes tamaños de litología básica en algunas partes del afloramiento.

La meteorización presente es intensa dado a la gran cantidad de bloques sueltos y saprolita en los flancos del afloramiento. Estas litologías fueron caracterizadas en trabajos de campo realizados en la zona de estudio.

2.5.1 Descripción litológica Cerro Chivato

2.5.1.1 Unidad de gneises graníticos cuarzo feldespáticos

Esta unidad cubre aproximadamente el treinta por ciento (30%) del área de estudio, está conformada por rocas pertenecientes a la provincia Geológica de Imataca, litológicamente está constituida por gneises félsicos y máficos, granitos piroxénicos, granitos alcalinos, milonitas, blastomilonitas. (Ascanio, et al, op.cit).

2.5.1.2 Unidad de diques de diabasa sin metamorfizar

La segunda unidad cubre el diez por ciento (10%) de las zonas de estudio y está conformada por un intrusivo de diabasa ubicada en la faja laja negra, cuya composición es de minerales máficos. Es una roca masiva, de composición básica, de grano fino. (Ascanio, et al, op.cit).

2.5.1.3 Formación mesa

Ocupa aproximadamente un 50% del área de estudio, la cual se depositó de manera discordante sobre una superficie irregular de rocas Precámbricas, Léxico Estratigráfico de Venezuela (1997).

2.5.1.4 Sedimentos resientes

Están constituidos por cantos, peñones, grava, arena, limo y arcilla, provenientes de la meteorización física y química de las rocas del Complejo Imataca, los cuales fueron arrastrados por las aguas de escorrentía, vientos y quebradas de la zona, y depositados en épocas recientes desde el Holoceno hasta el presente. (Léxico Estratigráfico de Venezuela, et al, op.cit).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Rocas ornamentales

Mining Engineering. (1987) Las rocas ornamentales son un grupo especial de las piedras naturales que, por su vistosidad y su belleza, sus características físico-mecánicas (textura, durabilidad, etc.) y su aptitud para el pulido (salvo en el caso de la pizarra donde se considera la aptitud al lajado), adquieren un mayor interés comercial y económico, constituyéndose en la materia prima de una industria en la que después de un proceso de elaboración, son aptas para ser utilizadas como:

- Materiales nobles de construcción
- Materia prima de trabajos de cantería
- Elementos de ornamentación
- Arte funerario y escultórico
- Objetos artísticos y variados
- Proyectos urbanos que siguen las tradiciones locales.

3.2 Clasificación de las rocas ornamentales

Técnicamente se puede hablar hoy en día de tres (03) grupos de rocas ornamentales atendiendo a su dureza o resistencia al corte y cizalladura y a sus aplicaciones (Herrera Juan 2002). En primer lugar, se puede situar los materiales relativamente blandos como las calizas, brechas, areniscas y pizarras, cuya génesis ha sido sedimentaria, evaporítica y en algún caso metamórfica, pero en general con unas

resistencias a la compresión menores de 400 kg/cm^2 (40 MPa), impropriamente llamado grupo de las "pizarras".

En una situación intermedia tenemos el grupo de los "mármoles", travertinos, basaltos, ónices y granitos blandos, de un origen mayoritariamente metamórfico o ígneo alterado y con unas resistencias inferiores a los mil kilogramos sobre centímetros cuadrados (1.000 kg/cm^2) y superiores a los cuatrocientos kilogramos centímetros cuadrados (400 Kg/cm^2).

Finalmente, el mayor grado de dureza o dificultad minera, corresponde a la familia de lo que comercialmente se conoce como grupo de los "granitos", constituida por unos granitos poco alterados, pórfidos, dioritas, sienitas, gabros, dunitas, entre otros. En general rocas de un origen ígneo, y con unas resistencias que pueden ser superiores a los $2\,000 \text{ kg/cm}^2$ (200 MPa).

3.3 Tipos de granitos desde el punto de vista ornamental

La normativa española (UNE 22-170-85) define un granito ornamental como “aquel conjunto de rocas ígneas, de mineralogía diversa, que se explotan generalmente en forma de bloques de naturaleza coherente y que se utilizan para decoración, es decir, aprovechando sus cualidades estéticas una vez que han sido elaborados con procedimientos tales como aserrado, pulido, labrado, tallado, esculpido, etc.”, es decir, el término genérico incluye un amplio espectro de rocas ígneas, tanto plutónicas como volcánicas de composición mineralógica muy variada, (López, J. et al, op.cit.).

Para la industria de la roca ornamental, se tienen tres (03) grupos de roca, uno es el grupo conformado por las pizarras, que es el de menor uso ornamental, otro es el grupo de los mármoles, que incluye toda roca de origen calcáreo incluyendo la dolomita y la piedra caliza, y por último, el tercer grupo que incluye a los granitos. Para hablar de los Granitos debemos especificar su definición.

Desde el punto de vista geológico actual y al tipo de magma del cual provenga, ya sea basáltico, riolítico o andesítico se puede obtener una variación de roca que puede ir de una gama de texturas y colores variados hasta un contenido mineral diverso. Por otro lado, desde el punto de vista de la roca ornamental los granitos son rocas duras, no calcáreas, de aspecto cristalino y de colores variados, con tonalidades a veces homogéneas, a veces muy variadas, cuyas caras se pueden pulir, por esto son una línea de roca robusta, que tienen en común que la formación a partir de un assemblage compacto de minerales formados en la corteza terrestre.

3.3.1 Familias de granitos según la disposición de sus cristales

Según el manual de rocas ornamentales (ETSI Minas y LOEMCO, año 1995) existen distintas familias de granitos cuyos orígenes van a depender de la naturaleza y la disposición de los cristales, desde el punto de vista petrográfico, ellas son las siguientes:

3.3.1.1 Esquistos cristalinos

Con minerales agrupados más o menos netos. Presentan una leve alternancia de colores claros y oscuros. Desde el punto de vista ornamental, estas rocas no tienen gran utilización salvo uno que otro gneis y cuarcita.

3.3.1.2 Migmatitas

Que pertenecen a la familia de los granitos de Anatexia, estos granitos presentan una matriz de dos (02) componentes, los gneises y los esquistos cristalinos, estos pueden ser mezclados de forma simultánea.

3.3.1.3 Los gabros

Son rocas graníticas básicas oscuras, carecen casi por completo de sílice,. Entre ellos se encuentra al gabro, la diabasa, la funita, la granodiorita, la trondjemita, entre otros.

3.3.1.4 Rocas raras

Sienitas, Anortositas, Labradorita, entre otras que son rocas raras también.

3.3.2 Granitos con minerales claros y abundancia de sílice

Dentro de este grupo se encuentran los granitos alaskíticos, monzonita, leucocráticos, entre otros.

3.3.3 Granitos en función de los minerales máficos o félsicos

Los granitos desde el punto de vista comercial pueden dividirse en dos (02) grupos que son:

3.3.3.1 Granitos claros

Esta la adamelita, granodioritas, sienitas, granitos y rocas metamórficas.

3.3.3.2 Granitos oscuros

Donde se hallan los gabros, dioritas, Diabasas, porfidos y volcánicas.

3.4 Grupos de granitos de uso ornamental

El aspecto estético de la roca se resalta, más que nada, a través de los colores que posea conjuntamente con la disposición de sus cristales, es decir, la textura que presente. A su vez, los colores se obtienen a partir del dominio mineral que presente la roca, por ejemplo, si predomina el cuarzo, la roca será un granito blanco; con predominio de ortosa, la roca será un granito rosado. Y así será con el predominio de Hornblenda, Olivino y Anortosita, que darán granitos de colores verde, negro y azul, respectivamente. A continuación la definición según el Manual de roca ornamental (ETSI Minas y LOEMCO, año 1995) de los grupos de granitos como roca ornamental.

3.4.1 Granitos y Granodioritas

Representan el grupo más grande dentro de las rocas ornamentales, debido a su abundancia en la corteza terrestre y además a las excelentes condiciones de afloramiento que dejan desarrollar explotaciones de buena factura.

3.4.2 Tonalitas, monzonitas y cuarzodioritas

Estas rocas debido a que presentan cierto porcentaje de material ferromagnesianos de color oscuro, dan lugar a una variedad de tonalidades negras de

gran interés. Son rocas compactas, de tamaño de grano irregular y de fracturación irregular también.

3.4.3 Dioritas y gabros

Es un grupo dominado por los granitos negros, bastante característico, que tiene su principal aliado comercial en el arte funerario. Son rocas con bajo contenido de Cuarzo y la proporción de minerales máficos llega al 65%, lo cual provoca su coloración oscura.

3.4.4 Otros

Aquí entran en juego granitos plutónicos variados, sensu-stricto. Por ende se pueden hallar rocas basálticas, gneises, charnokitas y pegmatitas.

3.5 Características del Granito

3.5.1 Composición

Es una propiedad que condiciona el carácter ornamental de la misma. Para determinar esta propiedad, es necesario efectuar una serie de análisis petrográficos a la muestra.

3.5.2 Color

La coloración en la roca, es una propiedad que va a condicionar su carácter ornamental y va a depender del tipo de minerales que contenga, si la roca es clara, petrológicamente llamada félsica, es porque contiene en su mayoría minerales de colores claros como el cuarzo, feldespatos y feldespatoideos; mientras que las rocas que presentan una coloración oscura, es por su contenido de minerales oscuros o máficos entre los cuales se encuentran la mica biotita, anfíboles, piroxenos, entre otros.

3.5.3 Textura

Es un factor importante, la cual toma en cuenta la disposición de los minerales y condiciona decisivamente su carácter ornamental. A nivel del yacimiento, la textura homogénea con o sin orientación privilegiada de algunos minerales permite seleccionar zonas de interés para la explotación.

La mayoría de las rocas ígneas son de textura subhedral-granular o granitoide, algunos granitos poseen textura porfídica, con grandes fenocristales que en ocasiones se encuentran representados por feldespato alcalino, (Ascanio y Palermo, 1975, op. Cit).

En los granitos y granófiros gráficos, la textura característica es un intercrecimiento cuneiforme que bien podría ser de cuarzo, feldespatos alcalinos, microclinapertita, microclina y ortosa. Sin embargo, otros granitos optan por inclinarse hacia la textura orbicular, mientras que en otros los fenocristales de

feldespato alcalino están por capas de plagioclasa sódica para producir una textura Rapakivi, (Ascanio y Palermo, op. cit).

3.5.4 Homogeneidad

La homogeneidad se define a partir de los cambios de facies, variaciones de color y discontinuidades, siendo necesario conocer cada uno de ellos ya que tienen una importancia directa en la canteribilidad de la roca.

3.5.5 Granulometría

Esta característica indica que el tamaño del grano depende la velocidad del enfriamiento, mientras más rápido ocurra el enfriamiento, el grano será más fino y mientras más lento sea el enfriamiento, el grano será más grande, determinando de esta forma el perfil ornamental de la roca.

3.5.6 Oxidación

Es uno de los factores más determinante en el posible aprovechamiento de un yacimiento ya que su presencia y distribución, por sí mismas, puede obligar al abandono de una parte del mismo con independencia del resto de los criterios, incluso aunque estos sean muy positivos para la explotación.

El proceso de oxidación se produce por el contacto del aire con las rocas en cuya posición entran minerales que se pueden combinar con el oxígeno: férricos,

carbonatos, sulfuros, entre otros, para formar óxidos e hidróxidos. Es el mecanismo de alteración más generalizado, y las rocas oxidadas presentan una patina superficial de color de oxidación del mineral.

3.6 Parámetros básicos para evaluar las características del Granito

Las rocas, suelen ensayarse en laboratorios especializados para conocer y predecir su comportamiento y durabilidad en el uso a que se le va a destinar y su resistencia a los agentes atmosféricos a que van a ser sometidos (Ascanio y Palermo, op. cit), las características son las siguientes: masa volumica, descripción petrográfica, peso específico y coeficiente de absorción de agua, porosidad aparente, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia al desgaste por abrasión de los Ángeles, resistencia al choque y microdurezaknoop.

Para la elaboración de este trabajo se realizaron los siguientes ensayos:

3.6.1 Resistencia a la compresión simple

El valor de resistencia a compresión debe conocerse siempre que la roca tenga que soportar cargas elevadas, tanto en su propia utilización como durante el transporte y almacenamiento.

En términos generales, puede decirse que las rocas empapadas en agua resisten menos que cuando están secas, y las rocas estratificadas resisten más cuando el esfuerzo se ejerce en dirección normal a la estratificación que cuando se ejerce

paralelamente. Deere y Miller (1968) clasifican a la roca de acuerdo a la resistencia de compresión.

3.6.2 Abrasión de los ángeles

Una roca que sea más resistente al desgaste por abrasión que otra, será más apropiada para ser empleada en pavimentos que vayan a estar sometidos a tráfico intenso; por el contrario, sus cortes de transformación, elaboración y pulimento serán mayores. Deere y Miller (1968) clasifican a la roca de acuerdo a su porcentaje de desgaste.

3.6.3 Resistencia a flexión

Este valor se debe conocer en el caso de que los granitos cortados en placas, como por ejemplo dinteles de huecos y peldaños de escaleras. Cobra particular relevancia en el caso de revestimiento exterior de rascacielos por los empujes a los que son sometidas las placas por la acción del viento.

Las rocas resisten mal las tracciones y si un elemento constructivo tiene que trabajar a flexión se producirán tracciones en algunas de sus partes, por consiguiente, los esfuerzos que han de soportar una placa son elevados a los apoyos están muy separados habrá que dotarlos de un espesor más grande.

3.6.4 Resistencia al choque

El valor de la resistencia al choque es importante para una roca que vaya a ser empleada en solados, peldaños de escaleras, en encimeras o mostradores, aunque la

rotura de las placas se suele producir generalmente en zonas próximas a las aristas o vértices, por problemas de asentamiento que ponen en evidencia un esfuerzo de flexión u otro efecto de rotura, más que un impacto producido por la caída de objetos.

3.7 Sistema y técnicas de arranque de las rocas ornamentales

Herrera J., (2002) explica que “el proceso de arranque de las rocas ornamentales es bastante similar para cualquiera de las tres variedades de los grupos comercialmente explotables”. (p.87). Genéricamente consiste en la separación primaria en el macizo rocoso de un "primer bloque o rachón", entendiendo por bloque una figura geométrica más o menos cúbica, y con unas dimensiones tales que los equipos de carga y transporte seleccionados puedan manipularla u operar en unas condiciones de productividad óptimas.

El bloque primario se somete a unas sucesivas etapas de subdivisión hasta alcanzar unas dimensiones que sean manipulables en el taller de corte y aserrado, y al mismo tiempo dentro de las gamas y tolerancias que requiere actualmente la industria de transformación, propia o exterior, ya que en muchas ocasiones este bloque es ó puede ser un producto vendible de la cantera.

Las dimensiones finales siguientes corresponden a los bloques vendibles de una gama aproximada para los mármoles y granitos que son:

- Longitud 1.90 - 3.30 m
- Fondo 1.00 - 1.50 m
- Altura 0.90 - 1.20 m

- Volumen 2 - 6 m³
- Peso 10 - 20 t.

La fase primaria de separación está directamente relacionada con determinados factores geológicos del macizo rocoso, tales como estructura, dirección de estratificación, diaclasamiento, entre otros, que deben ser bien conocidas no sólo por la experiencia y arte del viejo cantero, sino por unos detallados estudios geomecánicos, para poder orientar bien la secuencia de arranque.

La selección de los equipos de corte se debe realizar en base al conocimiento de factores geomecánicos de la roca como resistencia a la compresión, dureza, tenacidad, porosidad, entre otros y de factores mineralógicos como la abrasividad, tamaño de grano, venenos, envejecimientos, decrepitaibilidad, oxidación, entre otros.

La abrasividad es, en general, el factor que en definitiva delimita, en términos económicos, la selección del sistema de corte más adecuado, aunque no es el factor único, ya que para determinados tipos de roca como algunos mármoles, calizas, entre otros, escasamente abrasivos, pueden presentar algún comportamiento negativo ("satinado") ante ciertas herramientas de corte como las diamantadas, debido a su escasa capacidad de desgaste de la matriz de la herramienta (cable o disco).

Las diferentes técnicas de arranque de rocas ornamentales raramente se emplean en exclusiva dentro de una explotación, y es habitual que coexistan al menos varios sistemas para las distintas labores de subdivisión, tratando siempre de utilizar aquella que produce unos menores costes y un mejor acabado. Los sistemas o

técnicas de corte más aplicados en la actualidad son los siguientes Herrera J., (2002):

- “Perforación de barrenos próximos con o sin voladura.
- Hilo helicoidal y diamantado.
- Utilización de cuñas manuales e hidráulicas.” (p.95).

3.7.1 Técnica del cemento expansivo

La técnica del cemento expansivo consiste en un producto ecológico que se expande al mezclarlo con agua tibia en una determinada proporción. Luego de pasados unos minutos removiéndolo, se vierte en un agujero o incisión previamente en la roca, expandiéndose.

3.7.2 Utilización de cuñas manuales e hidráulicas

Esta técnica es la más clásica, siendo ya utilizada en la antigua Grecia y actualmente es complementaria a la citada de perforación con barrenos. Se aplica tanto en el sector del mármol como en el del granito, para la puesta a dimensión comercial de los bloques, aprovechando casi siempre grietas y fisuras del material o direcciones preferenciales de fractura respectivamente. Su utilización se basa en el efecto que producen una serie de cuñas de acero introducidas en unos taladros perforados con este objetivo, provocándose la rotura de los bloques por tracción.

Entre las cuñas manuales se distinguen:

- Los pinchotes, constituidos por tres elementos, la propia cuña y dos pletinas metálicas con sección longitudinal en ángulo para transmitir la tensión y corte en un extremo. Su puesta en tensión se consigue golpeando repetidamente con un mazo.

- Los tirafondos, indicadas para el corte de bloques de gran altura o que presentan dificultades a la separación según el plano previsto. Estas contracuñas se introducen a cierta profundidad de tal manera que los esfuerzos de tracción no se generen solo en las proximidades de la superficie.

Por su parte, las cuñas hidráulicas están constituidas por una bomba hidráulica de alta presión y por varios cilindros hidráulicos, cada uno unido a la bomba por una manguera flexible reforzada. Cada cilindro se compone de un gato hidráulico de doble efecto funcionando bajo una presión a máxima de 50 MPa y de un conjunto cuña-contracuña en su parte inferior. El vástago del pistón empuja con fuerza a la cuña que se encuentra entre las dos contracuñas. Se utilizan dos tipos de cuñas hidráulicas:

- El tipo estándar (ángulo muy agudo) para las rocas más duras y que proporcionan una separación relativamente pequeña pero con una alta fuerza de rotura.

- El tipo destinado a las rocas medias (ángulo obtuso), que proporciona una separación mayor, con una fuerza lateral proporcionalmente más pequeña.

3.8 Método de explotación

La determinación del método y el sistema minero, es una parte integrante del proceso de la tecnología para lograr una correcta elección de los equipos. Así, los criterios básicos que definen el método y el sistema de explotación y que a su vez condicionan la selección de la maquinaria o equipo son los que se muestran en la tabla 3.1 Herrera Juan (2002).

Tabla 3.1 Condicionantes para la determinación del método de explotación.
(Herrera Juan, 2002)

Característica del Yacimiento	Condiciones del entorno	Parámetros de explotación
	Método Minero	
	Sistema de Explotación	
	Selección del equipo o del proceso	

Las características del yacimiento y su relación con la superficie son los condicionantes que imponen el método minero que definimos como el conjunto de sistemas, procesos y máquinas que, en una forma ordenada, repetitiva y rutinaria, extraen el mineral del yacimiento.

3.9 Cálculo de las reservas

El cálculo de volumen de granito, para determinar reservas, se hizo a través del método de las secciones transversales, y usando como base el mapa topográfico creado a través del software Autocad, se construyeron los perfiles transversales y se aplicaron las ecuaciones 3.1 y 3.2 para obtener tanto el volumen como el tonelaje.

$$Volumen = AP * A \quad ($$

Donde:

Volumen= Representa el volumen

$AP = \text{Área promedio}((A1 + A2)/2).$

$A = \text{Ancho}(\text{distancia entre dos perfiles})$

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} * \text{Densidad} \quad ($$

Donde:

Tonelaje= Tonelaje

Volumen= Volumen total del yacimiento

Densidad= Densidad del mineral

3.9.1 Cálculo de equipos de perforación, carga y acarreo

Para los cálculos de equipos de perforación, carga y acarreo se tomaron como referencias las siguientes bibliografías: Gil, M. (2001) y Chacón, E. (1997).

3.9.2 Rendimiento del turno de trabajo

Se considera el porcentaje de horas netas de trabajo durante un turno de 8 horas, los siguientes factores lo condicionan:

- Turno de trabajo: En las labores operativas continuas, como es el caso de las minas y canteras, se considera como turno de trabajo el período continuo de 8 horas (una jornada).

- Hora de entrada: Hora en la cual los trabajadores marcan su ingreso a la planta, según el turno que le corresponda.

- Inicio de las operaciones: Hora en la cual el equipo entra, efectivamente, en operaciones de perforación. El tiempo transcurrido entre la hora de entrada y el inicio de las operaciones es considerada como demora (mudarse de ropa, traslado al sito de trabajo y revisión del equipo).

- Hora de comida: De acuerdo a la Ley Orgánica del Trabajo en una jornada laboral continua, el trabajador debe disponer, a la mitad del turno, un período de 1 hora de descanso para comer.

- Terminación de las labores: Hora en que el trabajador, efectivamente, termina la operación y paga los equipos.

Entre esta hora y la hora de salida de la planta, se acumula otro tiempo de demora (traslado del trabajador hasta los vestuarios, aseo y cambio de ropa). El rendimiento del turno de trabajo se calcula mediante la ecuación 3.3:

$$Rt = Tet \times 100\% / Tt \quad (3.3)$$

Donde:

Rt = rendimiento del turno de trabajo (%)

Tet = tiempo efectivo de trabajo (h)

Tt = turno de trabajo (h)

3.9.3 Disponibilidad del equipo

Es la probabilidad de que el equipo opere de manera continua y satisfactoria durante todo el proyecto, generalmente debe estar por encima de un 80%.

3.9.4 Rendimiento de la perforación

Éste se determina mediante la relación que existe entre la capacidad de la perforación, la disponibilidad del equipo y la rata de penetración (Ecuación 3.4).

$$R_p = C_p \times R_t \times D_e \quad (3.4)$$

Donde:

R_p = rendimiento de la perforación (m/min)

C_p = capacidad de perforación (m/min)

D_e = disponibilidad de los equipos (%)

3.9.5 Sarta de perforación

Este es uno de los componentes más importantes del equipo de perforación, pues se trata de la estructura que conecta la perforadora con la roca. La sarta está compuesta de los siguientes elementos:

3.9.6 Barras de perforación

Se encargan de transmitir la fuerza de empuje que mantiene la broca en el permanente contacto con la roca y el movimiento de rotación de la sarta de

perforación, por intermedio de las barras de perforación se suministra, dentro del hueco, el elemento de barrido o fluido de circulación que mantiene la perforación libre de detritus. El número de barras a utilizar se determina mediante la ecuación 3.5.

$$Nb = H / Mpb \quad (3.5)$$

Donde:

Nb = número de barras

H = profundidad del barreno (m)

Mpb = metros por barra

Al determinar el número de barras a utilizar, obtenemos directamente la cantidad requerida de los otros elementos que componen la sarta de perforación. El consumo de las barras se determina mediante la ecuación 3.6.

$$Cb = Tmp / Nvub \quad (3.6)$$

Donde:

Cb = consumo de barras

Tmp = total de metros a perforar (m)

Nvub = nueva vida útil de barra (m)

3.9.7 Adaptadores de culata o shank

Corresponden a aquellos elementos que se fijan a las perforadoras para transmitir la energía de impacto, la rotación y el empuje. El consumo de Shank se determina mediante la siguiente ecuación 3.7.

$$C_s = T_{mp} / V_{us} \quad (3.7)$$

Donde:

C_s = consumo de shank

T_{mp} = total de metros a perforar (m)

V_{us} = vida útil de Shank (m)

3.9.8 Manguitos o acoples

Son estructuras que sirven para unir las barras hasta conseguir la longitud deseada, asegurando que los extremos estén en contacto para una mejor transmisión de energía. El consumo de acoples se calcula a través de la ecuación 3.8.

$$C_a = T_{mp} / N_{vua} \quad (3.8)$$

Donde:

C_a = consumo de acoples

T_{mp} = total de metros a perforar (m)

N_{vua} = nueva vida útil de acople (m)

3.9.9 Brocas

Es la herramienta responsable del fracturamiento de la roca, debido a que en ella se concentran todos los esfuerzos generados por la perforadora y son transmitidos directamente a la roca. Generalmente está compuesta por una estructura de acero, revestida en su cara exterior por insertos de carburo de tungsteno que la protege del

roce y la abrasión de la roca que atraviesa, en su parte interior posee conductos por donde circula el fluido que es inyectado dentro del hueco para el barrido del detritus. El consumo de broca se determina con la ecuación 3.9.

$$Cbr = Tmp / Vubr \quad (3.9)$$

Donde:

Cbr = consumo de brocas

Tmp = total de metros a perforar (m)

Vubr = vida útil de broca (m)

3.10 Equipos de carga

3.10.1 Cálculo de camiones

Los camiones se seleccionaron en base a la producción horaria planificada, la función principal de los camiones es la de cargar, transportar el material ya fragmentado dentro de la cantera como para el despacho del mismo a los puntos de comercialización (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Datos de especificaciones del camión 772-CAT Chacón, (1997).

Descripción	Datos
Capacidad efectiva	31,3 m ³
Peso bruto de la máquina	50 Ton
Potencia máxima	598 hp
Longitud	8,44 m.
Altura de carga (vacío)	3,40 m.
Ancho de operación	6,93 m.

- Estimación del tiempo de ciclo de acarreo (TA): Es el tiempo de viaje que realiza el camión, tomando en consideración los tiempos de llenado y tiempo de descarga de material, para efectuar este cálculo se utiliza la ecuación 3.10:

$$TA = T.LL + \frac{Dp}{V1} + \frac{Dp}{V2} + \frac{Dp}{V3} + \frac{Dp}{V4} + Td \quad (3.10)$$

Donde:

TA = tiempo de ciclo de acarreo (min)

T.LL = tiempo total de llenado (min)

Dp = distancia promedio de acarreo (m)

V1 = velocidad promedio vacío en plano (m/min)

V2 = velocidad promedio vacío en pendiente (m/min)

V3 = velocidad promedio cargado en plano (m/min)

V4 = velocidad promedio cargado en pendiente (m/min)

Td = tiempo de descarga del camión (min).

- Determinación del número de camiones: Para el cálculo de camiones se consideraron los factores de servicio como el tiempo de colocación, de viraje y de descarga de material; además del factor de esponjamiento y eficiencia de operación del equipo.

Tabla 3.3 Eficiencia de Operación. Chacón, E., (1997).

Condiciones de	Condiciones de Dirección (O)			
	Exceles	Buena	Regular	Mala
Excelente	0.83	0.80	0.77	0.70
Buena	0.76	0.73	0.70	0.64
Regular	0.63	0.69	0.66	0.60
Mala	0.63	0.61	0.59	0.54

Tabla 3.4. Factor de esponjamiento y factor de llenado para diferentes minerales y rocas. Chacón, E., (1997).

Roca o Mineral	Factor de esponjamiento	Factor de Llenado
Bauxita	1.35	0.90
Suelo (seco)	1.3	0.95
Suelo (mojado)	1.3	0.90
Granito	1.8	0.80

Tabla 3.5 Tiempo de colocación en el equipo de carga. Chacón, E. (1997).

Condiciones de Funcionamiento	Unidad de descarga	Unidad de descarga
	Trasera	Lateral
Favorable	0.15 min.	0.15 min.
Promedio	0.30 min.	0.50 min.
Desfavorable	0.50 min.	1.00 min.

Tabla 3.6 Tiempo de viraje y descarga. Chacón, E., (1997).

Condiciones de Funcionamiento	Unidad de descarga	Unidad de descarga
	Trasera	Lateral
Favorable	1 min.	0.70 min.
Promedio	1.20 min.	1 min.
Desfavorable	1.5-2.0 min.	150 min.

- Tiempo de ciclo del camión (T_c): Es el tiempo de recorrido en un ciclo (ida y vuelta) del camión desde el frente de explotación hasta la planta de trituración. (Ecuación 3.11):

$$T_c = \frac{D_p}{V_4} + T_1 + \frac{D_p}{V_1} + T_2 / E \quad (3.11)$$

Donde:

T_c = tiempo de ciclo del camión (min)

D_p = distancia promedio de acarreo (m)

V_4 = velocidad promedio del cargado en pendiente (m/min)

T_1 = tiempo de colocación en el equipo de carga (min)

V_1 = velocidad promedio vacío en plano (m/min)

T_2 = tiempo de viraje y descarga (min)

E = factor de eficiencia de trabajo

- Producción del camión (P): Es la producción horaria y se determina con la ecuación 3.12.

$$P = C_t * E * S * (60/T_c) \quad (3.12)$$

Donde:

P= Producción del camión en banco (m³/hr)

C_t= Capacidad de la caja del camión (77 m³)

E= A*O = Factor de eficiencia de trabajo (0,83)

S= Factor de esponjamiento (1,8)

T_c= Tiempo de ciclo del camión (min.)

- Número de camiones: Conocida la producción por hora del camión, se realizan los computos con el fin de establecer la cantidad de camiones necesarios para las labores de producción. Ecuación 3.13.

$$N = P_h/P_c \quad (3.13)$$

Donde:

N = número de camiones

P_h = producción horaria del camión

P_c = producción del camión

3.10.2 Cargadores frontales

El uso principal del cargador frontal será como equipo auxiliar. Se utilizará en las labores de carga y descarga de materiales, además, en las labores de apertura de rampas y de apilado de materiales.

El cargador frontal seleccionado a emplear en la cantera es de Marca CATERPILLAR CAT-988B, el cual cumple con la capacidad requerida para el acarreo de material, entre otras funciones (Tabla 3.7).

Tabla 3.7 Datos de especificaciones del Cargador Frontal. Chacón, E. (1997).

Parámetros	Descripción	Datos
	CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR CAT-988 B	
C	Capacidad del cucharón	6,3 m³
Cm	Carga máxima soportada	11.400 kg
Tp	Tiempo promedio del ciclo	0,60 min./ciclo
Fll	Factor de llenado	0,84
E	Eficiencia operativa	0,80
Fm	Factor de movimiento	0,85

- Rendimiento horario del cargador: Es el rendimiento que tiene el cargador en trasladar el volumen de material por hora (ecuación 3.14):

$$Q_f = \frac{C * F_{ll} * E}{T_c} * 60 \text{ min./hr} \quad (3.14)$$

Donde:

Q_f = Rendimiento horario del cargador (m³/hr)

C= Capacidad del cucharón (m³)

E= Factor de eficiencia de trabajo

Fll= Factor de eficiencia de llenado

Tc= Tiempo de ciclo (min.)

Tc= Tiempo de viraje + Tiempo de descarga

- Producción del Cargador (Ph): Es la capacidad de producción que tiene un cargador en horas de trabajo. (ecuación 3.15):

$$Ph = Qf * Dp \quad (3.15)$$

Donde:

Ph= Producción del cargador (TM/hr)

Qf= Rendimiento horario del cargador (m³/hr)

Dp= Densidad promedio del material suelto (TM/hr)

- Número de Cargadores Frontales: Es el número de cargadores necesarios para llenar los camiones de material producido, se emplea la ecuación 3.16.

$$Ncf = \frac{Phm}{Ph} \quad (3.16)$$

Donde:

Ncf= Número de cargadores frontales

Phm= Producción requerida por la mina (TM/hr)

Ph= Producción del Cargador (TM/hr)

- Rendimiento horario del cargador: Es el rendimiento que tiene el cargador en trasladar el volumen de material por hora (ecuación 3.17):

$$Q_f = \frac{C * F_{ll} * E}{T_c} * 60 \text{min./hr} \quad (3.17)$$

Donde:

Q_f = Rendimiento horario del cargador (m^3/hr)

C = Capacidad del cucharón (m^3)

E = Factor de eficiencia de trabajo

F_{ll} = Factor de eficiencia de llenado

T_c = Tiempo de ciclo (min.)

- Producción del Cargador (Ph): Es la capacidad de producción que tiene un cargador en horas de trabajo (ecuación 3.18):

$$Ph = Q_f * D_p \quad (3.18)$$

Donde:

Ph = Producción del cargador (TM/hr)

Q_f = Rendimiento horario del cargador (m^3/hr)

D_p = Densidad promedio del material suelto (TM/hr)

- Número de Cargadores Frontales: Es el número de cargadores necesarios para llenar los camiones de material producido. (ecuación 3.19):

$$N_{cf} = \frac{P_{hm}}{P_h} \quad (3.19)$$

Donde:

N_{cf} = Número de cargadores frontales

P_{hm} = Producción requerida por la mina (TM/hr)

P_h = Producción del Cargador (TM/hr)

3.11 Evaluación financiera

John Canadá, (1978), la Proyección del flujo de caja constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, ya que la evaluación del mismo se efectuara sobre los resultados que en ella se determinen. La información básica para realizar esta proyección está contenida en los estudios de mercado, técnico y organizacional. Al proyectar el flujo de caja, será necesario incorporar información adicional relacionada, principalmente, con los efectos tributarios de depreciación, de la amortización del activo nominal, valor residual, utilidades y perdidas.

John Canadá, (1978), el problema más común asociado a la construcción de un Flujo de Caja es que existen diferentes Flujos para diferentes fines: uno para medir la Rentabilidad del Proyecto, otro para medir la Rentabilidad de los recursos propios y un tercero para medir la capacidad de pago frente a los préstamos que ayudaron a su Financiación.

3.11.1 Factibilidad del proyecto

3.11.1.1 Análisis de la inflación

Una vez obtenido la representación grafica de los valores históricos de la inflación en Venezuela, se represento una función potencial, la cual arrojo como resultado la ecuación 3.20:

$$Y = 0.9121\chi^{-0,676} \quad (3.20)$$

Donde:

Y= Valor en porcentaje de la inflación.

X= Valor del eje equis.

3.11.1.2 Ingresos estimados

Los ingresos estimados por la venta del mineral denominado verde curiapo en metro cúbico y en boca de mina está basado en los precios reflejados en las facturas de ventas consignadas en la Gerencia de Fiscalización y Tributos del Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB), el cual se aprecia en el tabla 6.4. En este sentido, para el cálculo de los ingresos se utiliza la ecuación matemática 3.21.

$$Ingresos = Volumen(m^3) * (precio Bs./m^3 * Inflación) = [Bs.] \quad (3.21)$$

Donde:

Ingresos= Ingresos obtenidos.

Volumen= Volumen de producción.

Inflación= Valor proyectado de la inflación

3.11.1.3 Depreciación

La depreciación de los equipos se obtiene a través del método de línea recta de acuerdo con la ecuación 3.22.

$$Depreciación = \frac{V}{VU} - V_s = (Bs.) \quad (3.22)$$

Donde:

Depreciación= Depreciación del equipo

V=Valor actual del equipo.

VU= Vida Útil.

Vs= Valor de salvamento del equipo.

3.11.1.4 Fondo de prevención ambiental

Se calcula en base a los ingresos brutos obtenidos en los flujos efectivos de caja, ya que estos representan el 2% de estos ingresos, tal como se puede apreciar en la ecuación 3.23.

$$Fondo = 2\% * Ingresos = (Bs.) \quad (3.23)$$

Donde:

Fondo= Monto gravable de prevención ambiental

2%= Tasa en porcentaje

Ingresos= Ingresos brutos obtenidos en el flujo efectivo de caja

3.12 Variables analizadas en el proyecto

Para determinar una decisión de inversión, una empresa utiliza el valor presente neto (VPN) ecuación 3.11 del ingreso futuro proveniente de la inversión. Para calcularlo, se utiliza el VPN del flujo de rendimientos netos (futuros ingresos del proyecto) tomando en cuenta una tasa de interés, y lo compara contra la inversión realizada. Si el valor presente neto es mayor que la inversión, será positivo y la empresa aceptará el proyecto; si el valor presente neto fuera menor que la inversión la empresa lo rechazaría.

Por otra parte, otra variable que se utiliza para evaluar proyectos es la tasa interna de retorno (TIR), la cual está dada igualmente por la ecuación 3.24, sin embargo para realizar los cálculos de la TIR el VPN tiene que ser igual a cero.

$$\begin{aligned}
 VPN = & -I_o + \frac{F_1}{(1+TMAR)^1} + \frac{F_2}{(1+TMAR)^2} + \frac{F_3}{(1+TMAR)^3} + \frac{F_4}{(1+TMAR)^4} + \\
 & \frac{F_5}{(1+TMAR)^5} + \frac{F_6}{(1+TMAR)^6} + \frac{F_7}{(1+TMAR)^7} + \frac{F_8}{(1+TMAR)^8} + \frac{F_9}{(1+TMAR)^9} + \\
 & \frac{F_{10}}{(1+TMAR)^{10}} + \frac{F_{11}}{(1+TMAR)^{11}} + \frac{F_{12}}{(1+TMAR)^{12}} + \frac{F_{13}}{(1+TMAR)^{13}} + \frac{F_{14}}{(1+TMAR)^{14}} + \\
 & \frac{F_{15}}{(1+TMAR)^{15}} + \frac{F_{16}}{(1+TMAR)^{16}} + \frac{F_{17}}{(1+TMAR)^{17}} + \frac{F_{18}}{(1+TMAR)^{18}} + \frac{F_{19}}{(1+TMAR)^{19}} + \\
 & \frac{F_{20}}{(1+TMAR)^{20}}
 \end{aligned} \tag{3.}$$

Donde:

VPN= Valor Presente Neto

F1, F2Fn=Flujo efectivo de caja.

TMAR=Tasa mínima atractiva de retorno

3.13 Evaluación ambiental

La actividad minera, como la mayor parte de las actividades que el hombre realiza para su subsistencia, crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las representan claros impactos sobre el medio en que se desarrollan. Esto nos lleva a definir el concepto de impacto ambiental de una actividad: la diferencia existente en el medio natural entre el momento en que la actividad comienza, el momento en que la actividad se desarrolla, y, sobre todo, el momento en que cesa. Instituto Tecnológico Geominero de España (1996).

Estas cuestiones, que hace algunos años no se percibían como un factor de riesgo para el futuro de la humanidad, hoy se contemplan con gran preocupación, que no siempre está justificada, pues el hombre viene alterando el medio desde que ha sido capaz de ello, pero ciertamente los abusos cometidos en este campo han hecho que crezca la conciencia de la necesidad de regular estos impactos.

De cualquier manera, también debe quedar claro que el hombre necesita los recursos mineros hoy, y los necesitará en el futuro. Otro punto a destacar es que la actividad minera es infinitamente menos impactante que otras actividades industriales, como el desarrollo de obras civiles (impacto visual, modificación del

medio original) y la agricultura (uso masivo de productos químicos: pesticidas, fertilizantes).

Así, en el momento actual existen normativas muy estrictas sobre el impacto que puede producir una explotación minera, que incluyen una reglamentación de la composición de los vertidos líquidos, de las emisiones de polvo, de ruidos, de restitución del paisaje, entre otros, que ciertamente a menudo resultan muy problemáticos de cumplir por el alto costo económico que representan, pero que indudablemente han de ser asumidos para llevar a cabo la explotación, según Gómez Orea, D., (1999).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la actividad minera no solo produce un impacto ambiental, es decir, sobre el medio ambiente. También produce lo que se denomina Impacto Socioeconómico, es decir, una alteración sobre los modos de vida y la economía de la región en la que se implanta, que pueden ser en unos casos positivos y en otros, negativos. Instituto Tecnológico Geominero de España (1996).

3.14 Criterios relevantes integrados

(Buróz, 1.994), consiste en la selección de factores ambientales determinantes, mediante el uso de una lista de chequeo en los diferentes medios (Físico, biológico y socioeconómico), los mismos que pueden ser sensibles a las actividades del proyecto y en consecuencia potencialmente impactados. Este método considera que el Valor del Impacto Ambiental (VIA) generado por una acción, está en función de la suma de las variables: Intensidad (I), Extensión (E), Duración (D), Reversibilidad (R) y Riesgo (Ri); multiplicados por el peso o ponderación dado a cada criterio.

En forma específica este método considera en una primera fase la calificación de los efectos según los siguientes criterios (Buróz, 1994; Meneses y Gayoso, 1995)

Tabla 3.8 (Buróz 1994) Escala de valoración de los parámetros considerados

Parámetro	Criterio	Escala	Valor
Intensidad	Define el grado de incidencia de la acción sobre el factor	Alta (> 70 %)	7-9
		Media (entre 30-69 %)	4-6
		Baja (< 29 %)	1-3
Extensión	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto	Regional	10
		Local	5
		Puntual	2
Duración	Plazo de manifestación del impacto. Hace referencia al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto	Larga: >de 10 años	10
		Media: De 5-10 años	5
		Corta: < de 5 años	2
Reversibilidad	Tiempo de permanencia del efecto desde su aparición hasta que el factor afectado retorna a las condiciones iniciales, gracias a efectos naturales o acciones correctivas	Irreversible: Baja capacidad o irrecuperable	9-10
		Medianamente reversible: En mediano plazo	5
		Reversible: En corto plazo	2
Riesgo	El riesgo se define como la probabilidad de que el efecto ocurra expresado en términos porcentuales	Alto (< 50 %)	10
		Medio (10-50 %)	5
		Bajo (< 10 %)	2

3.14.1 Magnitud

Es un indicador que sintetiza la intensidad, duración e influencia espacial. Es un criterio integrado, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$M = \sum [(I * W_i) + (E * W_e) + (D * W_d)] \quad (3.25)$$

Donde:

I = intensidad W_i = peso del criterio intensidad

E = extensión W_e = peso del criterio extensión

D = duración W_d = peso del criterio duración

3.14.2 El índice integral de impacto ambiental VIA

El desarrollo del índice de impacto se logra a través de un proceso de amalgamiento, mediante una expresión matemática que integra los criterios anteriormente explicitados. Su formulación es la siguiente:

$$VIA = (Re^{wre} * Ri^{wri} * M^{wm}) \quad (3.26)$$

Donde:

Re = reversibilidad wre = peso del criterio reversibilidad

Ri = riesgo wri = peso del criterio riesgo

M = magnitud wm = peso del criterio magnitud

VIA = Índice de Impacto para el componente

Los pesos relativos asignados a cada uno de los criterios corresponden a los siguientes:

$$w_{\text{magnitud}} = 0.61$$

$$w_{\text{reversibilidad}} = 0,22$$

$$w_{\text{riesgo}} = 0.17$$

3.14.2.1 Significado

Se refiere a la importancia relativa o al sistema de referencia utilizado para evaluar el impacto. Consiste en clasificar el Índice o VIA obtenido, según las siguientes categorías, (Tabla 3.9).

Tabla 3.9 Índices de Significado (Buróz 1994)

Índice	Nivel o significado
> 8,0	MUY ALTO
6,0 - 8,0	ALTO
4,0 - 6,0	MEDIO
2,0 - 4,0	BAJO
< 2,0	MUY BAJO

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Nivel de investigación

La presente investigación se inserta dentro de los trabajos proyectivos, que de acuerdo con lo que explica Sabino, C., (2002), la define como: "...el proceso de descripción de las características fundamentales, destacando los elementos esenciales que caracterizan al fenómeno estudiado" (p. 59). Por lo tanto, el presente trabajo está basado en la descripción de los planes de explotación, estudio de factibilidad y evaluación de los impactos ambientales; con el fin de establecer una propuesta de explotación que permitan la reducción de los estériles y la sustentabilidad de los yacimientos en el tiempo.

4.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue de tipo documental, ya que se realizaron consultas y recopilación de información procedentes de tesis de grado, informes y libros, que proporcionaron la información necesaria para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos.

4.3 Flujograma

Las fases de la presente investigación están representadas en el esquema de la figura (4.1).

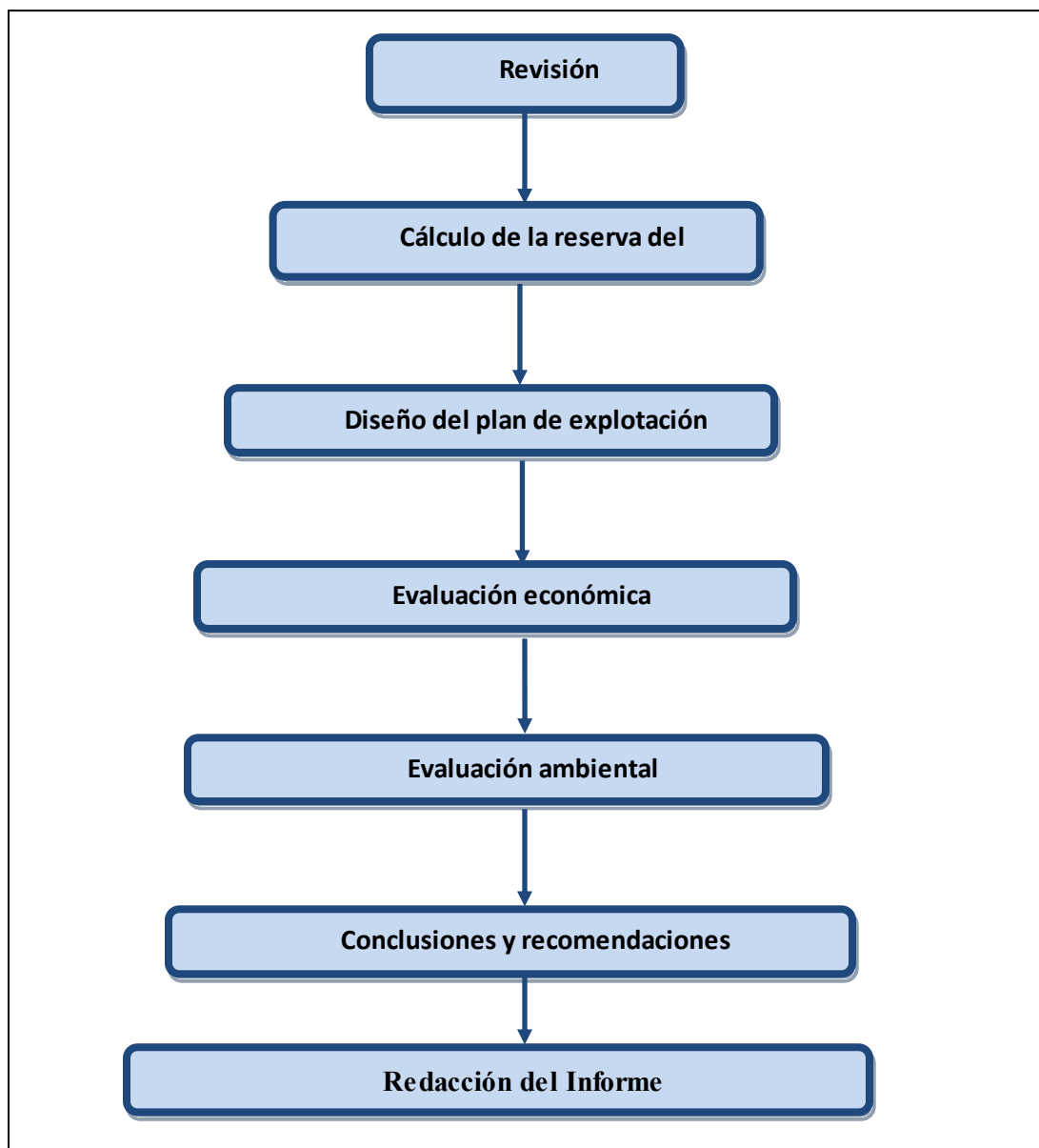


Figura 4.1: Flujograma.

4.3.1. Revisión bibliográfica

Se recolectó toda la información geológica - minera disponible acerca de la roca y de la zona a investigar, tales como: tesis de grado, libros de textos, revisiones en la web, planos topográficos y geológicos de la zona, necesarios para esta investigación, provenientes de las fuentes de documentación de la biblioteca de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar (UDO), del Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB) y de C.V.G Tecmin, 1991.

4.3.2 Cálculo de la reserva del yacimiento

El cálculo de reservas se hará a través del método de las secciones transversales utilizando como base el mapa topográfico creado a través del software AUTOCAD, con el propósito de obtener un volumen probable de roca, considerando un veinte por ciento (20%) del volumen total de la roca, como material estéril.

4.3.3 Diseño del plan de explotación

El sistema de explotación a desarrollarse, se definirá de acuerdo a la configuración geométrica del yacimiento y a sus parámetros litológicos y morfológicos, El método elegido será, el cual se adapta más a la forma del yacimiento así como a las técnicas y equipos empleados para la extracción de bloques comerciales de granito con fines ornamentales.

4.3.4 Evaluación económica

La evaluación para analizar proyectos de inversión se basan normalmente en el análisis de los ingresos y gastos relacionados con el proyecto. Para evaluar la viabilidad de un proyecto de inversión los indicadores más utilizados por los expertos son: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), coeficiente beneficio costo, y periodo de recuperación.

Para determinar la rentabilidad del proyecto se utilizará el método del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Todo ello se efectuará una vez que se tengan los costos en cada una de las actividades involucradas en la producción, para así poder determinar la inversión inicial del proyecto.

4.3.5 Evaluación ambiental

Para la recuperación ambiental de la zona impactada por las operaciones mineras durante y después de la explotación de las rocas graníticas del Cerro Chivato, ubicado en el Hato el Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar, primero se identificarán los impactos, luego se determinara la magnitud de los daños que se pueden causar al área, para así formular las medidas correctivas correspondientes con el objeto de dejar el espacio afectado en las mejores condiciones posibles.

Actualmente a la hora de realizar un plan de explotación, el estudio de los impactos que se ocasionan al ambiente es una parte muy importante, todo esto con el fin de controlarlos, disminuirlos y prevenirlos para lograr mejoras en la calidad de vida de los habitantes de las áreas cercanas.

4.3.6 Conclusiones y recomendaciones

Una vez que es procesada y analizada la información se procede a determinar las conclusiones respectivas de la investigación realizada, así como las recomendaciones a considerar a la hora de realizar trabajos similares.

4.3.7 Informe final

Luego de la interpretación, análisis y estudio de todos los datos e informaciones recopiladas tanto de campo como de oficina se procedió a redactar las ideas finales, para realizar la estructuración completa del trabajo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

En el presente capítulo se muestran los datos resultantes del estudio aplicado al Cerro Chivato, con el objetivo de calcular las reservas para proceder a diseñar un plan de explotación, el cual estará planteado para una producción anual estimada de siete millones ochocientos setenta y seis mil setecientos siete con sesenta metros cúbicos ($7.876.707,60 \text{ m}^3$) de roca ornamental.

5.1 Cálculo de reservas

El cálculo de volumen de roca para determinar reservas, se hizo a través del método de las secciones transversales utilizando como base el mapa topográfico creado a través del software AUTOCAD, con el propósito de obtener un volumen probable de roca de nueve mil ochocientos cuarenta y cinco ochocientos ochenta y cuatro con cincuenta metros cúbicos ($9.845.884,50 \text{ m}^3$). Se consideró un veinte por ciento (20%) del volumen total de la roca, como material estéril un millón novecientos sesenta y nueve mil ciento setenta y seis con noventa metros cúbicos ($1.969.176,90 \text{ m}^3$), (ya que el afloramiento presenta zonas meteorizadas).

Las fórmulas utilizadas para los cálculos se presentan a continuación:

$$\text{Volumen} = AP * A$$

$AP = \text{Área promedio } ((A1 + A2)/2).$

$A = \text{Ancho (distancia entre dos secciones)}$

$\text{Tonelada} = \text{Volumen} * \rho \text{ mineral}.$

Tabla 5.1. Cálculo de reserva.

O	TRAM	ÁREA (m ²)	ÁREA P	ANCHO	VOLUMEN
			(A1+A2) / 2	(	Área P* A
L1-		2.408,13	6.872,27		687.227,00
L1'		11.336,40		1	
L2		11.336,40	13.595,87		1.359.587,0
-L2'		15.855,33		1	
L3		15.855,33	14.114,92		1.411.492,00
-L3'		12.374,51		1	
L4		12.374,51	9.713,90		971.390,00
-L4'		7.053,28		1	
L5		7.053,28	5.646,11		564.611,00
-L5'		4.238,94		1	
L6-		4.238,94	4.187,42		418.742,00
L6'		4.135,89		1	
L7-		4.135,89	4.998,64		499.864,00
L7'		5.861,39		1	
L8-		5.861,39	5.782,01		578.201,00
L8'		5.702,63		1	
L9-		5.702,63	6.391,77		639.177,00
L9'		7.080,90		1	
L10-		7.080,90	7.931,51		793.151,00
L10'		8.782,11		1	
L11-		8.782,11	8.769,38		876.938,00
L11'		8.756,65		1	
L12-		8.756,65	6.321,76		632.176,00
L12'		3.886,87		1	
L13-		3.886,87	2.933,60		293.360,00
L13'		1.980,33		1	
L14-		1.980,33	1.199,72		119.972,00
L14'		419,10		100	
Volumen de roca en m³					9.845.884,50

MENA: 7.876.707,60 m³ 21.188.343,44 TM

ESTERIL: 1.969.176,90 m³ 5.297.085,86 TM

5.2 Diseñar un plan de explotación

El Cerro Chivato está ubicado en la parte Norte del Estado Bolívar, a 40 Km de la carretera Ciudad Bolívar-Ciudad Piar, vía El Saldo en el Municipio Autónomo Angostura, específicamente en el Hato El Novillo, el cuál abarca un área de 2.559 hectáreas, las masas graníticas, se caracterizan por presentar una topografía ondulada con pendientes, donde los domos se destacan por su altura y topografía muy quebrada y vertientes escarpadas.

Es importante destacar que la presencia de estos domos, sobre el paisaje ondulado (peniplanicie) es indicio de la erosión diferencial que ha ocurrido en la región y procesos de peneplanación, que combinan acciones mecánicas y químicas, generando predominantemente relieves rebajados donde se alternan colinas altas y planicies.

Antes de iniciar con los detalles del plan de explotación, se hará un breve bosquejo de los planes de explotaciones quincenales, que se diseñaron con características propias de estos como: altura de banco, pendiente de la rampa, y dimensión del frente.

5.2.1 Geometría del diseño

El sistema de explotación a desarrollarse, de acuerdo a la configuración geométrica del yacimiento y a sus parámetros litológicos y morfológicos, será a cielo abierto en la modalidad de bancos múltiples, el cual se adapta más a la forma del

yacimiento así como a las técnicas y equipos empleados para la extracción de bloques comerciales de granito con fines ornamentales.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente y en vista de que el área objeto de estudio no pertenece a ninguna empresa minera o posee derecho de explotación, se debe hacer la solicitud ante el Ministerio de Ambiente Para el Poder Popular y el Instituto Autónomo Minas Bolívar entes rectores del ambiente y la minería no metálica en el Estado Bolívar, para obtener el derecho de explotación y permisos de afectación ambiental, el cual expone según lo publicado en Gaceta Oficial del Estado Bolívar (GOEB) Extraordinaria N° 013, de fecha 17/01/2006, tiene un período de vigencia de veinte años para títulos de explotación mineras, contados a partir de la fecha de publicación en la GOEB.

Por tal motivo, el prenombrado Título Minero es el que faculta a la empresa o persona a hacer uso y provecho del mineral no metálico. En virtud de ello y de los objetivos del presente estudio como la producción requerida, así como equipos, se diseñaron planes quincenales hasta la vigencia del Título Minero. Asimismo, los criterios que se establecieron para tal fin se describen a continuación.

5.2.1.1 Altura de banco

Las condiciones para la selección de la altura de banco está ligado estrechamente con la sarta de perforación, la cual en sus diferentes modalidades tiene un alcance de perforación máximo de 8 m (Serie N° 10), así como la cantidad de bloques buscado por arranque de bloque primario. Los bancos se han diseñado con una altura de cinco metros (5 m), para garantizar una mayor selectividad de la

explotación, con mínima dilución, y a la vez lograr mayor seguridad de la operación en los equipos mineros. Un talud de trabajo en bancos de noventa grados (90°) debido a los parámetros geomecánicos del mineral, los cuales por ser un yacimiento granítico ofrecen gran resistencia de las paredes para los fines que se destina el mismo.

5.2.1.2 Dimensiones de las rampas

Las rampas desempeñan un papel importante en el manejo tanto de equipos como para la extracción. El objetivo principal de estos caminos es conseguir un rápido, seguro y confiable acceso a los frentes de trabajo y enlace a los puntos de destino del material, esto se traduce en un proceso minero más económico y eficaz (Díaz J, 2.000). El criterio utilizado para definir este parámetro se basó en el Manual de Rendimiento Caterpillar, edición 31 año 2000, donde se obtuvieron las especificaciones técnicas del cargador frontal Caterpillar, 988H, en el cual expone que la pendiente adecuada para el óptimo desempeño del equipo, el cual es el diez por ciento (10%).

Por tal motivo, las rampas tendrán las siguientes características:

Pendiente máxima: 10%

Ancho: 3 veces el ancho del equipo (8,35 metros)

Longitud mínima de la rampa: 50,24 m

Por otra parte, la construcción de las rampas se realizará con un material de préstamo (arena arcillosa) con las especificaciones descritas anteriormente.

5.2.1.3 Lapso para la obtención de los bloques

El lapso para la obtención de los bloques comerciales de granito se presenta a continuación en la (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Tiempo de ejecución.

Labor	Tiempo de ejecución (días)				Total
	Perforación	Carga (Cemento Expansivo)	Libera ción	Liberación con Cuña	
Corte Primario	2,5	0,5	1	---	4,0
Levante	0,5	0,5	1	---	2,0
Corte de los Pastillones	1,0	0,5	1	---	2,5
Bloques Comerciales	1,0	1,0	0,5	0,5	3,0
Total general					11,5

De acuerdo a lo expresado en la (tabla 5.2) el tiempo máximo de ejecución de las labores es de once y medio días (11,5 d), lo que indica que para obtener una producción de 7.876.707,60 m³ es necesario disponer de 341,5 días al año.

5.2.2 Método de explotación

El método de explotación sugerido es el de minería a cielo abierto, en su modalidad de bancos múltiples. La aplicación de este método de explotación minera, se inicia deforestando la poca vegetación existente en el frente del domo granítico y la remoción de los escombros, para dejar en óptimo estado la zona a explotar. La capa

vegetal será almacenada en un sitio de fácil acceso para posteriormente realizar labores de recuperación ambiental.

Debido a la dureza y fragilidad del mineral, este será arrancado por medio de perforación y corte con cemento expansivo en los diferentes lados del pastillón, donde se perfora igualmente para el descuadre de los bloques, los cuales serán posteriormente colocado en el patio de almacenamiento con la ayuda de un cargador frontal.

5.2.3 Inventario de los principales equipos y maquinarias requeridos

Para el cálculo de los equipos de carga y acarreo se consideró solo un cargador frontal, con el objetivo de iniciar las actividades ya que, el domo se encuentra virgen y se trabajará un solo turno. (Figura 5.1).

Cargador frontal, Caterpillar, 988H capacidad del balde 6,4m³	
Compresor Atlas Copco, XRVS 976 (36m³/min), el cual cubrirá la demanda de 4 martillos hidráulicos de (88 l/s)	

Figura 5.1 Inventario de equipos.

Banqueador Segeda BS.1 para cortes horizontales.	
Banqueador Segeda BS.2 para cortes verticales.	
Compresor, Atlas Copco XAS 97 Dd, posee un rendimiento de (97 l/s) capas de soportar un martillo de (88 l/s) para los cortes horizontales	
Martillos neumáticos Atlas. Copco, modelo BBC34W (Leopard), acoplados a banqueadores Segeda para cortes verticales (BS.2) y cortes horizontales (BS.1) con diámetro de barreno desde 33 mm a 110 mm.	

Figura 5.1 Inventario de equipos.

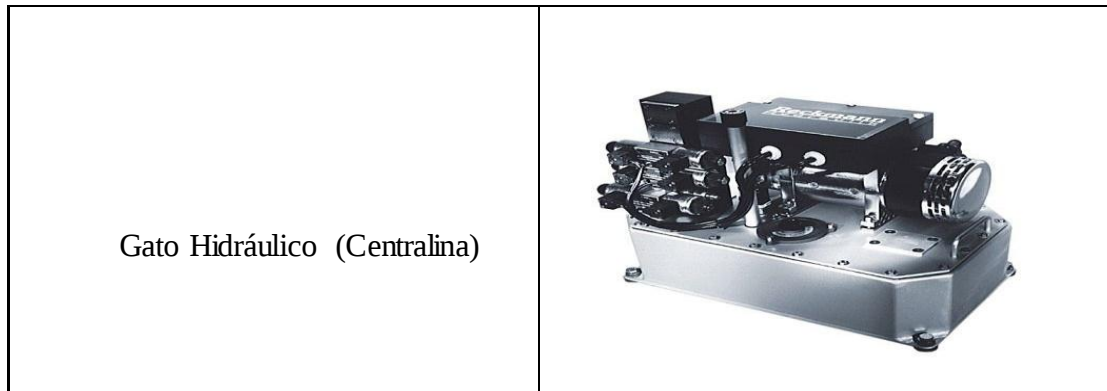


Figura 5.1 Inventario de equipos.

5.3 Etapas del proceso de extracción de los bloques comerciales

El proceso de extracción de los bloques comerciales comprende varias etapas que van desde la apertura del frente hasta el despacho de los mencionados bloques comerciales.

5.3.1 Aperturas de los frentes

En esta etapa del desarrollo minero, la explotación del granito se realiza después de remover previamente el escombros de sobrecarga y crear los espacios operativos para facilitar su extracción y adecuada operación de los equipos. Para este efecto se deben tomar las previsiones necesarias para un drenaje adecuado del área operativa.

5.3.2 Corte primario, levante y corte de los pastillones

Consiste en aplicar sobre la masa de roca diferentes tipos de cortes. Unos cortes primarios verticales que permiten aislar una porción considerable de roca, posteriormente un corte horizontal que permite desplegar esta masa de su lecho base.

Luego aplicando técnicas de corte a base de morteros expansivos, cuñas de cortes se logra realizar cortes secundarios que permiten desprender bancadas.

5.3.2.1 Corte primario

Este corte se realiza, con la finalidad de ir separando las paredes verticales (CARAS: A, B, C) en el bloque primario de la masa granítica. Este corte primario se logra, primero demarcando las áreas del bloque, luego se realizan perforaciones verticales en las caras A, B, C, con profundidades de $\frac{5}{6}$ la longitud, es decir, para una longitud de 5 m debe existir una profundidad de perforación de 4,16 m y espaciadas estas a veinte centímetros (20 cm). Una vez realizadas las perforaciones en las caras A, B y C se procede a cargar los barrenos con cartuchos de cemento expansivo, con un factor de carga de 1,3 kg/m. (García 2004).

5.3.2.2 Levante

Una vez realizado el corte primario, se procede a liberar el bloque por completo de la masa granítica, para ello se realizan perforaciones horizontales en el piso del bloque (también llamados cortes zapateros) con una profundidad de $\frac{5}{6}$ de su longitud, es decir para una profundidad de (6,4 m) se debe perforar (5,33 m) y

espaciadas estas a veinte centímetros (20 cm.), las cuales luego serán cargadas con cemento expansivo con un factor de carga de 1,3 Kg./m. (García 2004), evitando cargarlas perforaciones de las esquinas, ya que puede agrietar el bloque.

5.3.2.3 Corte de los pastillones

Este corte se realiza, con el fin de separar el planchón de la masa granítica, para esto se hacen perforaciones verticales con una separación de aproximadamente 20 cm, las cuales deben ser paralelas al frente de trabajo y a una distancia perpendicular de 1,60 m. Por otra parte, estos barrenos serán cargados con cartuchos de cemento expansivo, con un factor de carga de 1,3 kg/m. (García 2004).

Es importante destacar en este punto, que hay que tener en consideración de no cargar los barrenos de las esquinas ni los de las caras libres, se debe marcar el patrón en el bloque. Asimismo, los barrenos se perforan hasta una profundidad de 5/6 de la longitud que se desea alcanzar, ya que si se perforan hasta la longitud mayor se agrieta el bloque.

Para rebatir estas bancadas o planchones de granito, es preciso fabricar un colchón de tierra que amortigüe el impacto de la caída, con material tomado en préstamo de la misma zona. Mediante el uso de gatos hidráulicos (centralina) que tienen una capacidad de empuje de ciento cincuenta toneladas (150TM), además el embolo tiene un recorrido de 50 cm, que permite una mejor liberación y volcado. Es de recomendar que si el volcado no se produce por falta de empuje o fallas tanto en la centralina, así como agarre de los bloques a las bases del terreno, se sugiere colocar

sobre en la abertura de la masa algún bloque de estéril granítico, que colabore al empuje de la masa que se está desprendiendo.

5.3.3 Separación de los bloques comerciales

Una vez volcado el planchón de granito, se procede al escuadre final de los bloques de aproximadamente 3,00 m x 1,60 m x 2,5 m. Este escuadre se obtiene perforando verticalmente la cara superior del bloque comercial con martillos neumáticos a una profundidad de $\frac{1}{2}$ de su longitud del bloque, además los barrenos tienen un espaciamiento de 20 cm aproximadamente, lo que facilita el trabajo de las cuñas de tracción encargadas de separar finalmente los bloques comerciales del planchón granítico.

5.3.4 Perforación

Las operaciones de perforación se realizarán con compresores y martillos neumáticos, cuya cantidad de equipos se calculará considerando para ello la tasa de perforación de los martillos y la tasa de perforación requerida, lo cual se obtendrá una vez que se realice la planificación de la explotación. En este sentido y debido a lo expresado al inicio del capítulo, la cantera contará con banqueadores Segeda los cuales soportarán a los martillos neumáticos modelo BBC34W (leopard). (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Metros de perforación necesarios por labor anual.

Metros de perforación necesario por labor	
Corte Primario	
Barrenos bloque primario (Unidad)	108
Diámetro de perforación (cm)	3,20
Longitud del barreno (m)	4,16
Espaciamento (m)	0,20
Metros a perforar	449,28
Nº bloques primarios al año	21,00
Metros total al año (m/año)	9.434,88
Levante	
Barrenos bloque primario (Unidad)	46,00
Diámetro de perforación (cm)	3,20
Longitud del barreno (m)	5,33
Espaciamento (m)	0,20
Metros a perforar	245,18
Nº Levante	21,00
Metros total al año (m/año)	5.148,78
Corte de los pastillones	
Barrenos para un planchón (Unidad)	46,00
Diámetro de perforación (cm)	3,20
Longitud del barreno (m)	4,16
Espaciamento (m)	0,20
Metros a perforar	191,36
Nº de pastillones al año	84,00
Metros total al año (m/año)	12.055,68

Continuación de la Tabla 5.3.

Metros de perforación necesario por labor	
Espaciamiento (m)	0,20
Metros a perforar	191,36
Nº de pastillones al año	84,00
Metros total al año (m/año)	12.055,68
Bloques comerciales	
Barrenos por pastillón (Unidad)	92,00
Diámetro de perforación (cm)	3,20
Longitud del barreno (m)	0,80
Espaciamiento (m)	0,20
Bloques por pastillones (unidad)	6,0
Metros a perforar en pastillon (m) / 6 bloques	73,60
Metros a perforar en 4 pastillones (m) / 24bloques	294,40
Pastillones al año (unidad)	84,0
Bloques al año (unidad)	504,0
Total de metros a perforar en bloques (m)	6.182,40
Total metros a perforar al año (m/año)	32.821,74

Se tomará un estimado de seguridad para escuadre de los bloques de 10 % metros a perforar para factores de seguridad y escuadre = 3.497,21Total de metros a perforar = 36.102,91m. Para cubrir una demanda de 6.000 m³ anual se extraerán 21 bloques primario de 288m³, los cuales serán divididos en 4 planchones por bloque primario, cada planchón con un volumen de 72m³, de cada planchón se obtendrán 6 bloques comerciales cada uno con un volumen de 12 m³. En total de cada bloque primario se obtendrán 24 bloques comerciales.

Una vez obtenidos los metros de perforación necesaria para alcanzar la meta de producción planteada para la cantera, se evaluarán los equipos, con la finalidad de determinar los necesarios que cumplan los requerimientos que demandan.

5.3.4.1 Cálculo del tiempo efectivo de trabajo

Se realiza tomando en cuenta que se trabajará de lunes a viernes y los sábados medio día, no se trabajará los domingos ni días feriados (Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Cálculo de los días efectivos de trabajo.

Domingos	2
Vacaciones	7
1°- de enero	
19 de Abril	
1°- de Mayo	
Semana Santa	
½ día Miércoles Santo	5
5 de Julio	
Día nacional de los trabajadores de la construcción	
½ día del 2 de Noviembre	5
12 de Octubre	
24 de Julio	
25 de Diciembre	
Sábados	6
Imprevistos días de lluvia, decretos nacionales y otros	
Total de días no trabajados al año	21
Total de días efectivos trabajados al año	44
Total de días en un año	65

Se trabajarán 8 horas diarias por lo que se tendrán que trabajar un total de 1.952 horas, es decir, 35 semanas. Para el desarrollo de las labores en una jornada de trabajo

se tomará en cuenta el tiempo que transcurre desde que el trabajador ingresa a la planta, hasta la finalización del turno de trabajo (Tabla 5.5).

Tabla 5.5 Desarrollo de las labores en una jornada de trabajo.

Actividades	Hora	Demora
Ingreso a la cantera	07:00	
Cambio de ropa		0:15min
Llegada a patio		0:10min
Revisión de zona y equipos		0:20min
Inicio de operaciones	07:45	
Parada de almuerzo	12:00	
Almuerzo		0:45min
Reinicio de operaciones	13:00	
Otras demoras		0:20min
Culminación de actividades	14:45	
Aseo de trabajadores		0:15min
Finalización	15:00	

Total del tiempo de demora = 125' = 2,08h, por lo que el tiempo efectivo diario de trabajo es 5,91 h, y un rendimiento de 74%, para un horario de 8h de trabajo por turno.

5.4 Consumo de cemento expansivo

Se efectuó el cálculo de la cantidad requerida a utilizar por año, esto se realizó tomando en cuenta el factor de carga de 1.3 Kg/m (Marbel Institute France, 2006) y el total de metros a cargar con cemento expansivo, los cuales son 26.639,34 m correspondiente a los metros perforados tanto para cortes primarios, levantes y

pastillones, por lo que se necesitaran un total de 26.639,34 Kg de cemento expansivo al año requeridos para cumplir la meta de 6000m³ de bloques de granito. La presentación del cemento viene en 4 sacos de plástico de 5 kg que dan un total de 20 kg por caja, entonces se requieren 1.731,56 cajas.

CAPÍTULO VI

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

El proyecto contempla obtener una producción de 6.000,00 m³/año, es de considerar que las estimaciones en \$U.S. de costos e ingresos están referidas a una tasa cambiaria de 4,50 BsF. / \$U.S. considerada para Octubre del 2012. Asimismo, el ejercicio económico del presente proyecto se evaluó para los próximos veinte (20) años, los costos de producción aumentarán de acuerdo a los valores de la inflación venezolana reportados por el Banco Central de Venezuela, véase tabla 6.1 y los reportes proyectados representados en la figura 6.1. Por otra parte, es de vital importancia reseñar que la inversión será financiada con una estructura deuda: capital de 40%:60%, es decir la inversión inicial se realizara con 40% de la banca privada y el capital restante propio, mientras que la reinversión se realizara con capital propio que se devengue de la cantera.

La inversión inicial corresponde a todos los gastos de apertura y desarrollo necesarios para la puesta en producción de la Cantera. Incluye los costos y plan de producción, construcción de una infraestructura mínima (caseta de vigilancia, oficina, área de estacionamiento, patio de almacenamiento de producto comercial y estéril, drenajes entre otros). A continuación se presenta la tabla 6.1.

Tabla 6.1 Reportes de inflación en Venezuela
(<http://www.bcv.org.ve>).

INFLACIÓN DE VENEZUELA	
AÑO	VALOR
2004	12,28%
2005	31,22%
2006	27,08%
2007	19,18%
2008	18,00%
2009	17,00%
2010	16,11%
2011	15,32%
2012	14,62%
Primer trimestre del 2012	16,75%
INFLACIÓN PROMEDIO	18,86%
INFLACIÓN MÁXIMA/AÑO	31,22%
INFLACIÓN MINIMA/AÑO	12,28%

En la tabla anterior muestran las tendencias esperadas y proyectadas por el Banco Central de Venezuela en base a las características de la curva de inflación anteriores.

Una vez obtenido la representación gráfica de los valores históricos de la inflación en Venezuela se representó una función potencial, la cual esta descrita en el Capítulo IV en el ítems referente a la inflación en Venezuela.

Se proyectó la inflación de Venezuela correspondiente al periodo 2010-2029 en la tabla 6.2, ya que el proyecto se evaluara para este periodo, considerado en vista de ser el tiempo otorgado por el título minero.

Tabla 6.2 Valores proyectados para la inflación en Venezuela.

PROYECCIÓN DE LA INFLACIÓN	
AÑO	VALOR
2013	13,44%
2014	12,93%
2015	12,46%
2016	12,04%
2017	11,65%
2018	11,29%
2019	10,95%
2020	10,64%
2021	10,35%
2022	10,08%
2023	9,83%
2024	9,59%
2025	9,36%
2026	9,15%
2027	8,95%
2028	9,83%
2029	9,59%
2030	9,36%

6.1 Inversión inicial estimada para equipos, maquinarias e infraestructura

La inversión estimada, se calculó en base en los precios de adquisición de las maquinarias en el mercado menos la depreciación, de igual manera en esta inversión se ve reflejada las infraestructuras a desarrollar en el área de explotación. En este

sentido, la inversión inicial requerida se encuentra distribuida y reflejada, tal como se muestra en la tabla 6.3.

Tabla 6.3 Inversión de equipos e infraestructura

Unidad	Equipo	Precio(Bsf)	Precio\$ US
1	Cargador frontal Cat 988-H, balde (6,40 m³)	1.250.000,00	277.777,78
1	Compresor Atlas Copco Modelo XRVS 976(88l/s)	320.000,00	71.111,11
1	Compresor Atlas Copco Modelo XAS 97 (97l/s)	160.000,00	35.555,56
2	Banqueador Marca Segeda base doble	35.000,00	7.777,78
1	Banqueador Marca Segeda base única	15.000,00	3.333,33
5	Martillo neumático BBC34W (Manual)	40.000,00	8.888,89
1	Gato Hidráulico (Centrilla)	7.500,00	1.666,67
Varios	Accesorios de perforación y herramientas	15.803,25	3.511,83
1	Máquina de soldar Lincom	7.500,00	1.666,67
1	Campamento móvil, estructura pre-fabricada	85.000,00	18.888,89
1	Camión Ford F-350 160 HP	130.000,00	28.888,89
1	Generador elect. de 85 KVA Motor Diesel Perkins	44.500,00	9.888,89
1	Tanque para combustible cap. 15.000 lt	15.000	3.333,33
Inversión total		2.125.303,25	472.289,62

6.2 Estimación de los ingresos

El precio de venta por metro cúbico de roca ornamental denominado Gris Guayana, en los patios de almacenamiento de la mina (a boca de mina), se estima en base a los precios reflejados en las facturas de ventas consignadas en la Gerencia de Fiscalización y Tributos del Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB), el cual se aprecia en la tabla 6.4.

Asimismo el precio del mineral aumentará de acuerdo a la inflación proyectada en Venezuela (Tabla 6.2) para el lapso del proyecto. En este sentido, los ingresos anuales se pueden calcular a través de la ecuación 3.7, y se encuentran reflejan en la (Tabla 6.5).

Tabla 6.4 Precio granito ornamental, Gerencia de Fiscalización y Tributos.

Producto	Consumo anual	Costo (BsF.)unidad	Total (Bs)
Gasoil (lts)	187.840,00	0,48	90.163,20
Aceite(lts)	2.952,00	35,00	103.320,00
Grasa (Kg)	582,00	5,00	2.910,00
Costo anual requerido para aditivos			196.393,20

De acuerdo a lo presentado en la tabla 6.4, los precios del granito pueden oscilar entre 675,00 Bs. /m³ y 1.575,00 BsF. /m³, dependiendo del color y calidad del bloque. En este sentido, para los efectos del cálculo para los ingresos del proyecto se estimó el precio del mineral tomando el promedio de la variación del precio al color que represente. Para el inicio de las ventas de bloque comerciales se considerara el costo promedio de los registros tomados como referencias de IAMIB, los cuales son

para el granito Gris es de 675 y 900BsF. /m³ respectivamente los cuales tienen un precio promedio de 787,50 BsF/ m³.

6.3 Estimación de los costos

La estimación de los costos, se realizó a través de la identificación de los costos fijos y variables en las labores de explotación, en los cuales incurre la empresa para la explotación y comercialización del mineral. En este sentido, a continuación se desglosan estos costos.

6.3.1 Costo del personal

El costo del personal se estimó considerando el salario básico más los costos asociados al salario (CAS). El personal obrero y técnico laborara en la cantera durante un (1) turno de trabajo diario a diferencia del personal de vigilancia que laborara tres (3) turnos por días, el salario básico anual para el personal es estimado para el primer año y estos se incrementara en razón del (CAS), basado en el Contrato Colectivo de la Construcción 2010 donde se reflejan los aportes y deducciones establecidas en la Ley Orgánica del Trabajo 2007 (L.O.T.), tales como: vacaciones, utilidades, paro forzoso, ley de política habitacional entre otros, de igual forma para los años siguientes se proyectaran los costos en base a la inflación.

6.3.3 Depreciación

La depreciación de los equipos, y maquinarias fue estimada aplicando el método de depreciación de línea recta descrito en el capítulo III ítems 3.6.1.2 formulas (3.7), con esta ecuación se obtuvo el costo del monto anual para la depreciación del proyecto. Por consiguiente, en la (Tabla 6.5) se plasma el valor de la depreciación.

Tabla 6.5 Costo de la depreciación anual de los equipos, maquinaria y herramientas

Unidad	Equipos	Precio (BsF.)	Vida Útil (Años)	Depreciación (BsF)
1	Cargador frontal Cat-988-H, (6,40 m³)	1.250.000,00	10	125.000,00
1	Compresor Atlas Copco Modelo XRVS 976	320.000,00	10	32.000,00
1	Compresor Atlas Copco Modelo XAS 97	160.000,00	10	160.000,00
2	Banqueadores Marca Segeda brazo doble	35.000,00	10	3.5000,00
1	Banqueador Marca Segeda brazo único	15.000,00	10	1.5000,00
5	Martillos neumáticos BBC34W (Manuales)	40.000,00	10	4.000,00
1	Gato Hidráulico (Centrilla)	7.500,00	10	1.500,00
Varios	Accesorios de perforación y herramientas	15.803,25	N/A	N/A
1	Maquina de soldar Lincom	7.500,00	5	750,00
1	Campamento móvil estructura pre - fabricada	85.000,00	N/A	N/A
1	Camión Ford F-350 160 HP	130.000,00	10	13.000,00
1	Generador elect. de 85 KVAMotor Diesel Perkins	44.500,00	10	4.450,00
Total depreciación anual BsF.				201.700,00

6.4 Estimación de los egresos

La estimación de los egresos se desglosa a continuación.

6.4.1 Costos de financiamiento y amortización del capital

El financiamiento inicial se realizará a través de la banca privada la cual financiara el (40%), mientras el sesenta por ciento (60%) restante lo asumirá la empresa, con una tasa de interés anual basada en los seis principales bancos de país según reportes del BCV el cual es del (17,97%) para septiembre del 2010, por un período de 3 años para pagos del préstamo.

6.4.2 Impuestos de explotación, guías de circulación para mineral y otros casos

La ley de minas del Estado Bolívar dicta lo siguiente: Art. 227.- Los titulares de derechos mineros deberán pagar el derecho anual de vigencia para explotación según lo estipulado en el Artículo 62 de la Ley de Minas del Estado Bolívar, dentro del mes anterior al vencimiento del citado derecho. El presente proyecto se caracteriza por ser de categoría alta: Explotación de granito, independientemente del volumen de producción, la tasa a cancelar es de ochenta unidades tributarias (80 U.T.) anual. (Costo para Marzo del 2012 U.T. 96 BsF). Para la expedición y renovación del Certificado de Explotación, las tasas se cancelarán de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Categoría alta: Explotación de granito, independientemente del volumen de producción, la tasa a cancelar es de ochenta unidades tributarias (80 U.T.)

- Categoría media: Para volúmenes de producción, superiores a 1.500 m³, mensuales, de cualquier tipo de mineral no metálico, exceptuando el granito, la tasa a cancelar es de cuarenta y cinco unidades tributarias (45 U.T.)
- Categoría baja: Para volúmenes iguales o inferiores a 1.500 m³ mensuales, de cualquier tipo de mineral no metálico, exceptuando el granito, la tasa a cancelar es de veinte unidades tributarias (20 U.T.)

La alícuota establecida en el artículo 62 de la Ley de Minas del Estado Bolívar para bloques de granito con fines ornamentales es de (6%) considerada para el pago por derecho de producción. Cabe destacar que se deberá cancelar un derecho de circulación o guía de circulación con precio de 0,03 U.T. estipulado en el Capítulo III de la Ley de Minas Artículo 184.

6.4.3 Fondo de prevención ambiental

Se calcula con base a los ingresos brutos obtenidos por la empresa, y el valor de este corresponde al 2% de los ingresos brutos obtenidos Vera H (2000); Funes Manuel (2.000); Martínez, F. (1.996), tal como se menciona anteriormente. En este contexto, el capital destinado para el fondo de prevención ambiental.

6.5 Análisis económico del proyecto

Para la realización del análisis económico del proyecto se escogieron los criterios de valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), entre otros. El análisis económico del proyecto es fundamental, ya que a través de los indicadores económicos considerados se puede tomar la decisión, sobre la puesta en marcha del proyecto o el abandono del mismo.

Los indicadores económicos utilizados para la evaluación del proyecto son: Valor presente neto a través de la ecuación 3.11 ubicada en el Capítulo III y la tasa interna de retorno al suponer que el VPN=0, además de estos al proyecto se le realizó un análisis de sensibilidad, con la finalidad de comprobar la factibilidad que puede presentar este proyecto o en otros de los casos si el proyecto es sensible a la variable estudiada, a fin de tomar las medidas que tuvieran lugar en el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

7.1 Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de los posibles impactos ambientales producidos por las labores mineras que se desarrollaran en el Cerro Chivato, ubicado en el Hato el Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar, para la extracción de rocas graníticas con fines ornamentales, se utilizó el método de lista de revisión o chequeo simple, en la cual se identificó los factores ambientales a ser afectados por el proyecto o de los parámetros del mismo con posible incidencia ambiental.

En este sentido los posibles impactos ambientales que se producirían en el área de estudio debido a la explotación minera son los siguientes:

- En el recurso suelo, pérdida total o parcial de la capa vegetal y del suelo debido a la deforestación para la construcción de las vías de acceso, así como también la compactación de los horizontes superficiales que ocasiona cambios en la estructura de los mismos por causa del tránsito de los vehículos y demás maquinarias.
- La alteración en los suelos que sean intervenidos produce una variación en el patrón de infiltración, lo cual es un poco más lento que en los suelos vírgenes.
- Al disminuir la infiltración, tiempo de retención y concentración de agua de lluvia, existe un aumento en el volumen y por lo tanto en la velocidad del agua de escorrentía, incrementando su capacidad erosiva.

- En el recurso aire, disminución de su calidad, debido a la emisión de gases contaminantes provenientes de la combustión de los motores de los equipos utilizados en las diferentes labores de explotación del proyecto.

- Además de emisiones de partículas de polvo a la atmósfera, debido a la apertura de vías de acceso, a la remoción de minerales arenosos y arcillosos, también por las labores de perforación, volcamiento de los bloques primarios, transporte y despacho del mineral.

- Impacto sobre la fauna, sobre todo disminución de la población por migración, debido a los ruidos proveniente de las maquinas, plantas eléctricas, entre otros, y movimientos de vehículos y maquinarias.

- Deterioro de la vialidad existente en la comunidad, debido al tránsito pesado de maquinarias y el transporte del mineral.

- Modificación del paisaje, las labores de explotación, así como las labores primarias de acondicionamiento de las diferentes áreas operacionales y acumulación de material estéril producirán desmejoras en la calidad del paisaje.

- Influencia sobre el personal, el personal que labora en la cantera, estaría expuesto al contacto con los diferentes agentes contaminantes que se utilicen o se generen, así como a la acción de animales perjudiciales existentes en la zona; también se deben considerar los riesgos profesionales inherentes a las labores mineras, así como a la operación de maquinarias y equipos, que pudiesen ocasionar lesiones por accidentes y/o enfermedades.

También es necesario destacar algunos aspectos positivos sobre aspectos socioeconómicos, tales como:

- Generación de empleo: La mayoría de las labores a realizar requieren el uso permanente de la fuerza de trabajo, lo que se traduce a una acción favorable sobre la generación de empleo de manera directa, así como, en el mejoramiento de la vida de los trabajadores.

Adicionalmente la adquisición de insumos y servicios contribuirán al desarrollo del sector comercio, aunado a la parte fiscal (divisas, impuestos y regalías), redundara en beneficio para la población, el estado y en general para el país.

7.2 Evaluación de impactos

La evaluación de impactos se realizó utilizando el método de Criterios Relevantes Integrados. (Buroz, 1.994) el cual se basa en la idea de que un impacto ambiental puede ser estimado a partir de su discusión y análisis de criterios con valoración ambiental para la aplicación del método se considera que el Valor de Impacto Ambiental (VIA) generado por una acción es producto de las siguientes variables:

- Intensidad (I): El valor numérico de la intensidad se relaciona con el índice de calidad ambiental del indicador elegido, variando entre 0 y 10.

- Extensión (E): La escala de valoración.

7.2.1 Efectos sobre el suelo

Los daños al suelo se producirán en áreas como lo son las destinadas a los patios de almacenamiento de bloques y de acumulación del material estéril. Además de los daños causados por el tránsito de los vehículos y demás maquinarias. Los criterios de valoración.

7.2.2 Contaminación del aire por emisión de partículas de polvo

La emisión de partículas de polvo a la atmósfera en el proyecto se genera por la remoción de la tierra para la construcción de diferentes infraestructuras, labores de perforación y transporte de material. Los efectos del polvo son muy numerosos y variados, en primer lugar es motivo de molestias a las personas por la disminución de la calidad del aire respirable que puede llegar a ser causa de enfermedades.

7.2.3 Contaminación por gases

Los gases que se generan durante la ejecución del proyecto provendrán fundamentalmente de los vehículos, maquinarias y equipos, que se utilizaran en las labores en el área de trabajo.

7.2.4 Contaminación por ruido

El ruido que se genera durante la ejecución del proyecto provendrá principalmente de la actividad de los vehículos, maquinarias y equipos que se

utilizaran en las labores, las emisiones de ruido pueden afectar al personal y a la fauna silvestre.

7.2.5 Efectos sobre la fauna

La fauna se verá perturbada, produciéndose alejamiento debido a los ruidos, movimiento de vehículos y maquinarias, así como a la presencia humana.

7.2.6 Efectos sobre el paisaje

En el área del proyecto no se han registrado monumentos nacionales, sin embargo se debe reconocer que el desarrollo de la cantera producirá cambios del terreno, que de hecho se traducen en modificaciones del paisaje.

7.2.7 Efecto sobre el personal

El personal que labora en la cantera estará expuesto a accidentes, al contacto con animales y contraer enfermedades profesionales, aunque se tiene previsto tomar medidas preventivas. Además el desarrollo del proyecto generara fuentes de empleo de carácter permanente en las labores de la cantera y otros indirectos por la demanda de algunos servicios, lo que se refleja en el bienestar social y mejoría en la calidad de vida de los empleados y sus familiares.

7.3 Medidas de prevención ambiental

Plan de mantenimiento de maquinarias, equipos y control de ruidos: con este plan se pretende evitar la contaminación de suelos por los residuos de grasas y aceites y se controlara la emisión de ruidos molestos y gases masivos. Se establecerá un plan de mantenimiento de los equipos, lo cual va a permitir un óptimo funcionamiento de los mismos, este plan consistirá en revisar y chequear a diario los niveles de aceite de los motores para controlar y evitar los posibles botes de aceite que puedan tener los equipos, y los programas de mantenimiento preventivo se harán de acuerdo a las especificaciones de los equipos.

El control del ruido se llevara a cabo dotando a los empleados de protectores necesarios para cumplir con este propósito, otra medida para controlar el ruido es el mantenimiento de los dispositivos de atenuación de ruido de los escapes de los motores.

La prohibición de la cacería de la fauna silvestre: con esta medida se busca evitarla disminución y la migración de la fauna y consistirá en dar instrucciones a los trabajadores de la cantera referentes a la prohibición de la cacería de las especies de la zona, para complementar este objetivo se colocaran avisos metálicos con letras visibles indicando tal prohibición en las vías de acceso al yacimiento.

Apoyo a las actividades económicas locales y colaboración con el mantenimiento de los servicios en las zonas circundantes a la cantera: se obtendrá un impacto positivo de generación de empleos y mejoramiento del nivel de vida de los trabajadores de la cantera. Así mismo, la empresa deberá contribuir en los programas

sociales tendientes a solucionar los problemas más apremiantes de la zona cercana a la cantera.

7.4 Medidas mitigantes y de recuperación de áreas intervenidas

7.4.1 Disposición de la capa vegetal removida

La parte de la capa vegetal que sea necesario remover se depositara temporalmente en un sitio aparte en el botadero y serán utilizadas cuando sean requeridas en la recuperación de áreas intervenidas.

7.4.2 Restauración de los frentes abandonados

Una vez abandonado cada frente de explotación, de inmediato se procederá a efectuar operaciones de recuperación del área conformando el terreno, realizando la siembra de árboles y gramíneas que permiten retener la escorrentía y consecuente remoción del material, así como promover un embellecimiento del área.

7.5 Programación de medidas de protección al personal

7.5.1 Provisión de protectores contra los efectos de ruidos y del polvo

Se dotara a los empleados de filtros se deben tomar previsiones mediante charlas de la necesidad del uso de filtros para la debida protección de la salud de los trabajadores por exposición del ruido. De igual forma se debe proveer al personal de

cascos, botas, lentes y guantes de seguridad; así como extintores de incendios, asegurándose del uso de este equipo durante el trabajo y siendo responsable de ello el ingeniero residente de la empresa. Todo con la finalidad de prevenir accidentes en el personal.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Las reservas mineras de la zona objeto de estudio, poseen características únicas como poca o ninguna presencia de eventos geológicos que alteren la continuidad del yacimiento alcanzando un valor de 1.969.176,90 m³, para lo cual se requerirá de un tiempo en base a una producción de anual de 7.876.707,60 m³ en 273 años para aprovechar el recurso granítico presente en el domo, considerando la meta de productos descrita para ser extraídos, razón por la cual el yacimiento constituye un importante potencial para su explotación como roca para uso ornamental.

- El área del domo se encuentra por encima de la topografía local, por lo cual la extracción de los bloques primarios se realizará por el método de minería a cielo abierto, en la modalidad de bancos por bloques múltiples, en el primer quinquenio se extraerán bloques primarios de niveles inferiores cercanos a la superficie logrando así la recuperación del capital rápidamente, mientras que en los quinquenios siguientes se extraerán los bloques primarios de los niveles intermedios y superiores para así explotar de forma racional todo el yacimiento granítico, utilizando solamente cemento expansivo (Nitrex) como agente fracturante, permitiendo abaratar los costos en comparación con técnicas de voladuras, reduciendo la generación de polvos en voladuras y generación de proyecciones.

- Se consideraran un total de quince (15) equipos para el inicio de actividades, ya que, es un domo virgen, para brindar apoyo en las labores de arranque, carga y acarreo de los bloques.

- El cuarenta por ciento (40%) del financiamiento inicial se realizará a través de la banca privada, con una tasa de interés anual de diecisiete con noventa y siete por ciento (17,97 %), por un período de 3 años. La depreciación de maquinarias y equipos se realizó utilizando el método de línea recta, y un valor de salvamento de cero bolívares (0 Bs). La Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR), utilizado para realizar el cálculo de rentabilidad del proyecto es del dieciocho con noventa y cuatro por ciento (18,94 %), se consideró la Tasa activa de los seis principales bancos del país reportada por el Banco Central de Venezuela. Como el resultado el valor presente neto (VPN) es positivo el proyecto maximizará la inversión en 2.532.315,51 BsF, a una tasa interna de retorno (TIR) 31,56%, haciendo factible el proyecto.

- El proyecto es altamente sensible a las variaciones del precio de ventas, medianamente sensible a la variación del costo de la mano de obra, y poco sensible a las variaciones en el costo generados por el financiamiento.

- La ubicación del domo granítico en el Cerro Chivato, ubicado en el Hato el Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar, al estar situado a pocos kilómetros de Ciudad Bolívar, lugar donde se espera inicie operaciones la planta procesadora de bloques de granito, tendrá un impacto de venta mayor al poseer bajos costos de transporte.

- Se van a generar un total de dieciocho (18) empleos directos, beneficiando el Hato el Novillo, y pueblos cercanos, lo que contribuye a la mejora en la calidad de vida para la zona, y al desarrollo del sector minero no metálico en el estado Bolívar.

- El mayor impacto que se va a generar debido a la explotación de las rocas ornamentales es el impacto visual, debido a la extracción de grandes volúmenes de roca, por lo cual dentro de la cantera se contará con un vivero para la siembra en áreas aledañas a los frentes de árboles con copa alta, y vegetación autóctona de la

zona que den una visión menos impactante de la cantera, destacando que la vegetación será ubicada en lugares donde no interfiera con el desarrollo de las labores. Sera política de la empresa el cuidado y manejo adecuado de desechos sólidos, así como la protección de la vegetación y fauna local.

Recomendaciones

- En vista del análisis económico que se realizo, se recomienda la ejecución del proyecto con un financiamiento de la banca privada para la inversión inicial del cuarenta por ciento (40%), el cual tendrá una recuperación del capital en 6 años.
- La empresa deberá contar con un vivero, el cual mantendrá de una forma armónica el desarrollo de las labores de la mano con el ambiente, permitiendo una rápida recuperación de las zonas afectadas por la cantera, minimizando los posibles impactos ambientales que pudieran provocarse.
- Se debe hacer un buen uso de los equipos y maquinarias así como mantenimiento preventivo y correctivo a los mismos, evitando cualquier impacto distinto al provocado por la extracción de granito.
- Realizar un estudio del material estéril proveniente de los frentes de extracción, para a futuro, optar a desarrollar un proyecto adicional.

REFERENCIAS

Associazione Italiana Marmomacchine. (2005). **MANUAL TÉCNICO**, Milán, Italia. pp 12-204.

Buroz, E. (1994) **LA GESTIÓN AMBIENTAL**, Fundación Polar, Caracas, Venezuela, pp 115-136.

Calvo, B. (2001). **AVANCES Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN ROCA ORNAMENTAL**, Centro de Tecnología Mineral, Río de Janeiro, Brasil. pp 15-35.

Chacón, E. (1997) **TÉCNICAS DE OPERACIONES DE MINERÍA DE SUPERFICIE**. Tomo I. pp 9-15.

Chacón, E. (1997) **TÉCNICAS DE OPERACIONES DE MINERÍA DE SUPERFICIE**. Tomo II. pp 18.

Fernández, J. (2008) **TABLA DE COSTOS DE LA MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE MINERÍA**. Universidad de Oriente. Núcleo Bolívar.

Freites, J (2008) **TABLA DE PRECIOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE GRANITOS ORNAMENTALES**. Instituto Autónomo Minas Bolívar, Ciudad Bolívar, estado Bolívar.

García, J (2008) **PRECIOS DE MAQUINARIAS PARA CANTERAS**. Explotación Piedras de Guayana, C. A. Municipio Heres, estado Bolívar.

González, H y Ramírez D.(2002) **ESTUDIO GEOLÓGICO – MINERO DE LAS ROCAS GRANÍTICAS DEL MIRADOR EL PARQUE PARA SU EXPLOTACIÓN COMO ROCA ORNAMENTAL, MUNICIPIO AUTÓNOMO HERES, ESTADO BOLÍVAR**, pp 46-96.

Gonzales, D., y Hernandez, M. (2007). **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS GRANITOS CON FINES ORNAMENTALES DEL CERRO CHIVATO UBICADO EN EL HATO EL NOVILLO PERTENECIENTE AL MUNICIPIO RAÚL LEONI, ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo Bolívar.

Heinrich, E. Wm. (1972). **PETROGRAFIA MICROSCOPICA.** Ediciones Omega S.A., Barcelona - España. Segunda edicion. Pp 37-97.

Heinrich, E. Wm. (1.978). **PETROLOGÍA ÍGNEA Y METAMÓRFICA.** Ediciones Omega S.A., Barcelona - España. Tercera edicion. Pp 62-455.

Herrera, J y Plá, F. (2002) **FUNDAMENTOS DE LABOREO DE MINA, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID,** Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, pp 69-188.

Level, A. y Villasana, T. (2007) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA A ESCALA REGIONAL, CON FINES ORNAMENTALES DE LAS ROCAS GRANÍTICAS, UBICADAS EN EL SECTOR EL DIAMANTE, LOS CASTILLOS DE PARGUAZA, MUNICIPIO CEDEÑO, DEL ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Núcleo Bolívar., pp 5-27.

López, J. (1994). **ESTUDIOS DE VIABILIDAD EN PROYECTOS MINEROS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID,** Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Trabajo especial de grado pp 225.

Mc candles G.C (1965) **RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA REGIÓN NOR OCCIDENTAL DE ESTADO BOLÍVAR.**

Muñoz. Y otros (1989): **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN DE ROCAS ORNAMENTALES: GRANITOS.** Boletín Geológico y Minero. Vol. 100

Noguera, J. (2007). **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA EXPLOTACIÓN DE ROCAS ORNAMENTALES (GRANITO), FUNDO RANCHO GRANDE, TRONCAL 19, VÍA MARIPA, SECTOR CURIAPO, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR,** pp 63-94.

Quevedo, L. (2007).ELABORACIÓN DEL PLAN DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA LA EXTRACCIÓN DE PIEDRA PICADA EN LA PARCELA “ALBINO 2”. UBICADA EN LAS CLARITAS, MUNICIPIO SIFONTES, ESTADO BOLÍVAR, pp 26-30

Yrene G. Carvajal V., J. (2.006). CARACTERIZACION GEOLOGIA DEL CERRO PIEDRA EL OBISPO, UBICADO EN EL RANCHO SAN RAFAEL, MUNICIPIO SUCRE DEL ESTADO BOLIVAR. Universidad de Oriente Núcleo de Bolívar.

APÉNDICES

APÉNDICE A
RESUMEN DE LA VALORACIÓN DE LOS MPACTOS

Tabla A.1 Resumen de la Valoración de los Impactos

DESCRIPCION	CRITERIOS						JERARQUIZACION
	I	E	D	Re	R i	VI A	
Impacto en el Componente Aire. Aumento del material particulado durante los procesos de Construcción, Explotación y Procesamiento	1	3	5	5	5	19	Moderado
Impacto en el Componente Aire. Generación de ruidos molestos por la operación de maquinas y equipos	3	1	3	5	5	17	Moderado
Impacto en el Componente Suelo. Disminución de la Calidad del Paisaje por la deforestación, extracción y disposición de efluentes y desechos	5	1	3	3	3	11	Moderado
Impacto en el Componente Suelo. Activación de procesos erosivos por la deforestación y pérdida de la capa vegetal y almacenamiento de material estéril.	1	3	3	3	3	11	Moderado
Impacto en el Componente Agua. Contaminación del agua por disposición de aguas servidas en cantera, planta de trituración, campamento y taller de mantenimiento	3	3	3	1	5	11	Moderado
Impacto en el Componente Fauna. Molestias a la fauna silvestre, perturbación, migración y destrucción del hábitats, ocasionadas por las diferentes actividades del proyecto	1	1	3	1	3	9	Bajo
Impacto en el Componente Aire. Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de los motores de combustión interna	3	1	3	1	5	13	Moderado

Continuación. Tabla A.1

Impacto en el Componente (negativo) Social. Modificación del paisaje ocasionado por la remoción del macizo rocoso, movimientos de tierra, construcción de vialidad	3	3	3	1	5	11	Moderado
Impacto en el Componente (negativo) Social. Daños a la salud ocupacional por las diferentes actividades del proyecto	3	1	3	3	1	11	Moderado
Impacto en el Componente (positivo) Social. Generación de empleos y mejoramiento de la calidad de vida de los poblados y comunidades	3	3	3	1	5	15	Moderado

ANEXOS

ANEXO 1

**MAPA TOPGRAFICO DEL HATO EL NOVILLO UBICADO EN
LA VÍA EL SALDO, CARRETERA CIUDAD BOLÍVAR-CIUDAD
PIAR. MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ESTADO BOLÍVAR**

ANEXO 2

SECCIONES

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO – ECONÓMICO PARA LA EXPLOTACIÓN DE GRANITO CON FINES ORNAMENTALES EN EL CERRO CHIVATO UBICADO EN EL HATO EL NOVILLO MUNICIPIO ANGOSTURA ESTADO BOLÍVAR.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
<i>Noelis Del Valle Figuera Armario</i>	CVLAC	<i>18.623.187</i>
	e-mail	<i>noelisf@gmail.com</i>
	e-mail	<i>noelisfiguera@hotmail.com</i>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

<i>Granito</i>
<i>Ornamental</i>
<i>Factibilidad</i>
<i>Cantera</i>
<i>Ambiental</i>
<i>Bloque</i>
<i>Diseño</i>
<i>Reservas</i>
<i>Evaluación</i>

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
<i>Departamento de Ingeniería de Minas</i>	<i>Ingeniería de Minas</i>

Resumen (abstract):

En este trabajo intitulado “Estudio de Factibilidad Técnico –Económico para la Explotación del Granito con Fines Ornamentales en el Cerro Chivato, ubicado en el Hato El Novillo, Municipio Angostura, Estado Bolívar”, para lograrlo se desarrollaron los siguientes objetivos específicos: Calcular las reservas del yacimiento, diseñar un plan de explotación, analizar económicamente la factibilidad del proyecto e identificar los impactos ambientales generados por el proyecto y establecer medidas mitigantes y preventivas. La presente investigación se desarrolló mediante el método aplicado de los trabajos proyectivos, apoyado en un diseño de los estudios aplicados, el cual consta de una fase de apertura para una duración de veinte (20) años, basado en el tiempo estipulado por el derecho de explotación en el título minero. La investigación se dividió en cuatro (4) fases: revisión bibliográfica, cálculo de la reserva del yacimiento, análisis de factibilidad, evaluación económica, evaluación ambiental, para así concluir con la redacción del informe final. Para la recopilación bibliográfica se consideraron trabajos, tesis de grado así como el apoyo de la Gerencia de Fiscalización y Tributos del Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB), ente que facilitó información del área objeto de estudio, así como empresas relacionadas con la extracción de granito permitiendo el apoyo técnico y documental. Se calculó las reservas, las cuales son 1.637.531,11m³. Para el procesamiento de la información se consideraron técnicas como el método de explotación por bancos múltiples, que permiten el diseño de la cantera. Además se realizó una evaluación para la identificación de los posibles impactos ambientales que se pudieran generarse en la zona como la deforestación, el aspecto visual y su posible solución, como la siembra de especies vegetales autóctonas de la zona. Una vez esquematizado el plan de explotación se realizó los cálculos de las maquinarias requeridas las cuales son: Un vi (1) cargador frontal Caterpillar 988H, compresor neumático Atlas Copco XRVS 976, compresor Atlas Copco XAS 97, dos (2) banqueadores Segada base doble, un banqueador Segada base única, cinco (5) martillos neumáticos Atlas Copco BBC34W, un gato hidráulico centralina, una (1) maquina de soldar marca lincom, un camión Ford F350 Hp, estos equipos fueron considerados comparando por los requeridos y utilizados en empresas como Explotación Piedras de Guayana C. A, para cumplir con las metas de producción planteada. También se realizó una evaluación económica del proyecto, obteniendo como resultado una Tasa Mínima Atractiva de Retorno de 18,94%, el Valor Presente Neto de 2.532.315,51 Bs F. y una Tasa Interna de Retorno del 31,56%, lo que enuncia la factibilidad en los términos planteados para el plan de explotación.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
<i>Prof. Rojas María</i>	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☒ JU ☐
	CVLAC	8.555.445
	e-mail	marojas_05@yahoo.com
	e-mail	
<i>Prof. Osío Bezeida</i>	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	7.253.131
	e-mail	bezeida@hotmail.com
	e-mail	
<i>Prof. Fernandez Jesús</i>	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	5.554.647
	e-mail	jesusfernandez30@hotmail.com
	e-mail	
	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☐
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2012	08	03

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
<i>TESIS-GRANITO.doc</i>

Alcance:

Espacial : *UNIVERSIDAD DE ORIENTE*

Temporal: _____

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero de Minas

Nivel Asociado con el Trabajo: *Pregrado*

Área de Estudio:

Departamento de Ingeniería de Minas

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad De Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

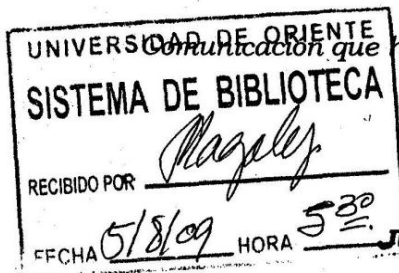
Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Signature]
JUAN A. BOLAÑOS CURVELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

Noelis Figueroa 

AUTOR 1

María Rojas 

TUTOR