

**ELABORACION DEL PROGRAMA DE TRABAJO Y OBRAS (PTO) Y EL PLAN
DE MANEJO AMBIENTAL (PMA) PARA LA MINA DE ORO CÁCHIRA EN EL
MUNICIPIO DE SURATA (SANTANDER)**

FREDDY VILLAMIZAR RUEDA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2009

**ELABORACION DEL PROGRAMA DE TRABAJO Y OBRAS (PTO) Y EL PLAN
DE MANEJO AMBIENTAL (PMA) PARA LA MINA DE ORO CÁCHIRA EN EL
MUNICIPIO DE SURATA (SANTANDER)**

FREDDY VILLAMIZAR RUEDA

Código: 2001225

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Geólogo

Director de Proyecto:

Ph.D. Carlos Alberto García

Codirectores:

Ph.D. Luis Carlos Mantilla F.

Geólogo Cristian A. Quintero

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2009

DEDICATORIA

Para Dios, quien con su paciencia y misericordia me ha formado y me ha permitido conocer su amor a través de su hijo Jesucristo.

Para mis padres Luis Alfredo y María Temilda quienes nunca estuvieron ausentes, y con su amor y disciplina me dieron todo lo que tenían.

Para mis hermanitos William y Mayerly quienes son mis amigos y los quiero tanto.

Para mis tías Cecilia, Carmen y Ester quienes con su dedicación y apoyo me enseñaron el valor de “Dar” incondicionalmente.

Para mi familia en Cristo quienes con sus consejos y oraciones me apoyan siempre para que las cosas salgan bien.

Para todos es este logro, les debo mucho, y de lo más profundo de mi corazón, gracias.

Freddy

AGRADECIMIENTOS

Como autor de este trabajo le doy mis sinceros agradecimientos a:

Profesores Carlos Alberto García (Director) y Luis Carlos Mantilla (Codirector) quienes con sus conocimientos y aportes direccionaron no solo este proyecto, sino también mi carrera como geólogo, siendo un modelo de integridad, disciplina y buena investigación.

Profesor Juan Diego Colegial quien me dio su confianza y recomendación para el ingreso a la práctica empresarial.

Geólogo Cristian Quintero por su colaboración y aporte intelectual en el desarrollo de la práctica empresarial.

Ingeniero Mauricio Jiménez director de Ingeominas y a todo el grupo humano de trabajo de esta importante empresa minera del país, quienes me brindaron su apoyo y colaboración en la ejecución de este proyecto.

Geólogo Javier Villamizar por su motivación e inspiración al momento de elegir esta gran carrera.

Todos ellos y en general a todas las personas que influyeron directa o indirectamente en el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-------------|
| INTRODUCCION | 17 |
| 1. ESPECIFICACIONES DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL | 19 |
| 1.1. OBJETIVOS..... | 19 |
| 1.1.1 OBJETIVO GENERAL | 19 |
| 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 19 |
| 1.2. DESCRIPCION DE LA EMPRESA | 20 |
| 2. ESTUDIOS ANTERIORES | 21 |
| 2.2. BREVE HISTORIA DE LA MINA..... | 21 |
| 3. METODOLOGIA | 23 |
| 3.1. FASE DE PRECAMPO | 24 |
| 3.2 FASE DE CAMPO | 24 |
| 3.3 FASE DE LABORATORIO..... | 26 |
| 3.4 FASE DE OFICINA | 26 |
| 4. GENERALIDADES | 27 |
| 4.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA MINA CACHIRA..... | 27 |
| 4.2 ACCESO..... | 28 |
| 4.3 CLIMATOLOGIA | 28 |
| 4.4 ALINDERACION DEL AREA | 28 |
| 4.5 CONTEXTO REGIONAL..... | 29 |
| 5. GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO | 33 |
| 5.1. ROCAS METAMÓRFICAS | 33 |
| 5.1.1 NEIS CUARZO-FELDESPÁTICO | 33 |
| 5.1.2 NEIS BIOTÍTICO-HORNBLÉNDICO..... | 36 |
| 5.2 ROCAS ÍGNEAS..... | 39 |
| 5.2.2 VETAS HIDROTERMALES | 41 |

| | |
|--|----|
| 5.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL..... | 45 |
| 5.4. GEOMORFOLOGÍA..... | 46 |
| 6. PROGRAMA DE TRABAJOS Y OBRAS (PTO)..... | 47 |
| 6.1. MARCO LEGAL DEL PTO..... | 47 |
| 6.2. MARCO TEORICO DEL PTO | 48 |
| 6.2.1 MÉTODO DE EXPLOTACION SUBTERRANEA | 50 |
| 7. RESULTADOS DEL PTO | 55 |
| 7.1. DISEÑO MINERO..... | 55 |
| 7.1.1 LABORES ACTUALES | 55 |
| 7.1.2 DIRECCIÓN DE LAS VETAS | 58 |
| 7.1.3 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN..... | 58 |
| 7.1.4 JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO | 60 |
| 7.1.4 CANTIDAD DE MATERIAL A EXPLOTAR, VIDA ÚTIL Y PLAN DE PRODUCCIÓN | 61 |
| 7.2 CALCULO DE RESERVAS..... | 61 |
| 7.3 PLANEAMINETO MINERO DE LAS LABORES SUBTERRANEAS..... | 62 |
| 7.3.1 LABORES MINERAS DE DESARROLLO | 62 |
| 7.3.2 LABORES DE PREPARACIÓN MINERA | 63 |
| 7.3.3 LABORES DE EXPLOTACIÓN..... | 63 |
| 7.3.3.1. ARRANQUE..... | 63 |
| 7.4 LABORES DE BENEFICIO..... | 68 |
| 7.4.1 PROCESO ACTUAL..... | 71 |
| 7.4.2 TRATAMIENTO DE LOS LODOS..... | 74 |
| 7.4.3 CIANURACIÓN..... | 75 |
| 7.4.4 FUNDICIÓN DE PRECIPITADOS | 78 |
| 7.5 REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES..... | 79 |
| 7.6 SERVICIOS A LA MINA..... | 82 |
| 7.6.1 SOSTENIMIENTO | 82 |
| 7.6.2 VENTILACIÓN | 82 |

| | |
|---|-----|
| 7.6.5 POLVORÍN | 91 |
| 7.6.6 SEÑALIZACIÓN..... | 92 |
| 7.6.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS..... | 93 |
| 7.8 SEGURIDAD E HIGIENE MINERA..... | 94 |
| 7.9 PERSONAL | 96 |
| 7.10 EVALUACIÓN FINANCIERA | 97 |
| 7.10.1 INVERSIONES | 97 |
| 7.10.2 COSTOS..... | 98 |
| TABLA 18. COSTOS OPERACIONALES..... | 101 |
| 7.10.3 FLUJO DE CAJA | 102 |
| 7.10.4 VALOR PRESENTE NETO (VPN) DEL PROYECTO..... | 104 |
| 7.11 PLAN DE RECUPERACIÓN GEOMORFOLOGICA Y PAISAJISTICA..... | 105 |
| 7.12 PLAN DE CIERRE Y ABANDONO DE LABORES MINERAS | 106 |
| 8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA) | 108 |
| 8.1 MARCO LEGAL DEL PMA | 108 |
| 8.2 MARCO TEORICO DEL PMA..... | 109 |
| 8.3 LÍNEA BASE AMBIENTAL..... | 112 |
| 8.3.1 ASPECTOS FÍSICOS..... | 112 |
| 8.3.2 ASPECTOS BIÓTICOS | 114 |
| 8.3.3 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL..... | 115 |
| 8.4 PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL..... | 116 |
| 8.5 PLAN DE CONTINGENCIA | 117 |
| 8.5.1 LINEAMIENTOS DEL PLAN DE CONTINGENCIAS | 117 |
| 8.5.2 PLAN DE CAPACITACIÓN PARA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS | 123 |
| 8.6 INTERVENTORÍA AMBIENTAL..... | 124 |
| 9. APORTE DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL | 126 |
| CONCLUSIONES | 127 |
| RECOMENDACIONES | 129 |

BIBLIOGRAFIA..... 130
ANEXOS..... 132

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Localización de la zona de estudio. Contrato de concesión eba-111. | 27 |
| Figura 2. Columna generalizada del área de california (tomado de horner j, 2005). | 30 |
| Figura 3. Mapa geológico regional de suratá. Modificado del atlas geológico de colombia, plancha 5-06..... | 31 |
| Figura 4. A. (pp, 5x) neis cuarzo-feldespático, nótese las dos direcciones de fracturamiento. B. (xp, 5x) presenta una textura lepidogranoblástica. | 35 |
| Figura 5. Muestra de mano de neis biotítico-hornbléndico. Biotita (color verde) y las micas (mineral brillante). | 36 |
| Figura 6. Características mineralógicas y texturales del neis biotítico-hornbléndico. Bandas de biotita en contactos irregulares y netos con la hornblenda asociada a minerales opacos..... | 37 |
| Figura 7. A. Afloramiento y b. Muestra de una tonalita. | 39 |
| Figura 8. Veta mineralizada. | 41 |
| Figura 9. Muestra de un bloque mineralizado con agregados de cuarzo y pirita. ... | 42 |
| Figura 10. Laminas de la mineralización de cuarzo. A. (pp, 5x) minerales opacos 2 subidiomórficos, lamina con bastantes microvenillas. B. (xp, 5x) minerales opacos 2 en una matriz de cuarzo. C. (pp, 5x) minerales opacos 1 euhedrales, con cristales de apatito. D. (xp, 5x) minerales opacos en la matriz de cuarzo casi en extinción..... | 43 |
| Figura 11. Geomorfología de la zona, subiendo el alto de cachiri. | 46 |
| Figura 12. Etapas y facies de un proyecto geológico minero (guías minero ambientales, 2002). | 48 |
| Figura 13. Sistemas y métodos de explotación (guías minero ambientales). | 51 |
| Figura 14. Método por cámaras y pilares. Fuente: fundamentos de laboreo de minas. | 52 |
| Figura 15. Modelo tridimensional de los túneles 1 y 2 del contrato de concesión eba-111 (acad 2008). En amarillo los inclinados y en negro los túneles principales. | 57 |

| | |
|---|-----|
| Figura 16. Vista en planta de los túneles 1 y 2 (acad 2008). En amarillo los inclinados y en negro los túneles principales..... | 57 |
| Figura 17. Configuración para poner la línea de riel en las vías de transporte de mineral. | 67 |
| Figura 18. Sistema de volteo. | 68 |
| Figura 19. Barriles amalgamadores | 69 |
| Figura 20. Tanques agitadores. | 70 |
| Figura 21. Tinajas de cianuración..... | 70 |
| Figura 22. Lavador de lodos propuesto para complementar el beneficio..... | 75 |
| Figura 23. Diagrama de planta de beneficio actual y con mejoras propuestas..... | 79 |
| Figura 24. Diagrama de ventilación auxiliar soplate..... | 87 |
| Figura 25. Ubicación del polvorín en superficie | 92 |
| Figura 26. Cobertura y uso actual del suelo. | 115 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Etapas de desarrollo del proyecto..... | 23 |
| Tabla 2. Alinderación del polígono del contrato de concesión eba-111 | 29 |
| Tabla 3. Duración de la concesión (guías minero ambientales, 2002)..... | 49 |
| Tabla 4. Características del túnel 1..... | 56 |
| Tabla 5. Características del túnel 2..... | 56 |
| Tabla 6. Dirección de diaclasas en el contrato eba-111 | 58 |
| Tabla 7. Consumo de explosivos (en función de la dureza de la roca) fuente igme | 64 |
| Tabla 8. Consumos totales mensuales de explosivos y accesorios de voladura.. | 66 |
| Tabla 9. Valores de la resistencia para cada uno de los tramos de recorrido del aire..... | 86 |
| Tabla 10. Tabla de distancia del extremo del ducto al frente a ventilar. | 88 |
| Tabla 11. Aplicación de los colores de seguridad..... | 93 |
| Tabla 12. Personal..... | 96 |
| Tabla 13. Actividades y rendimientos diarios..... | 97 |
| Tabla 14. Inversiones del proyecto | 98 |
| Tabla 15. Mano de obra directa | 99 |
| Tabla 16. Costos de insumos de explotación y beneficio | 99 |
| Tabla 17. Regalías..... | 100 |
| Tabla 18. Costos operacionales..... | 101 |
| Tabla 19. Resumen costos de explotación, beneficio y funcionamiento | 102 |
| Tabla 20. Relación beneficio/costo | 105 |

LISTA DE ANEXOS

Pág.

| | |
|--|-----|
| ANEXO A. PLANEACION ECONOMICA A 30 AÑOS | 133 |
| ANEXO B. PLANO DEL ALMACEN DE EXPLOSIVOS - POLVORIN | 136 |
| ANEXO C. ESPECIFICACIONES DE SEÑALES DE SEGURIDAD | 137 |
| ANEXO D: FICHAS DE PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MINA CAHIRA | 142 |
| ANEXO E. PLANO TOPOGRAFICO | 161 |
| ANEXO F. PERFILES..... | 162 |
| ANEXO G. PLANO GEOLOGICO..... | 163 |
| ANEXO H. PLANO MINERO | 164 |
| ANEXO I. PLANO DE VENTILACION | 165 |

RESUMEN

TITULO: ELABORACION DEL PROGRAMA DE TRABAJO Y OBRAS (PTO) Y EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA) PARA LA MINA DE ORO CÁCHIRA EN EL MUNICIPIO DE SURATA (SANTANDER).*

AUTOR: Freddy Villamizar Rueda**

PALABRAS CLAVES: Cáchira, hidrotermal, bloques tabulares, lixiviación, cianuración.

DESCRIPCION: Este trabajo de grado consiste en el informe final de la práctica empresarial, “Elaboración del Programa de Trabajos y Obras (PTO) y el Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la mina Cáchira en Surata”, donde se describe las características geológicas, técnicas y ambientales de la explotación minera, así como las labores de extracción y beneficio de la mina.

El yacimiento de oro Cáchira se encuentra ubicado a 10 kilómetros al N-E del Municipio de Surata (Departamento de Santander), es de tipo hidrotermal, y se encuentra en bloques tabulares llamados vetas, que tienen una orientación general de N52°W y N47°E, y buzamientos que hacia el N-E varían entre 46°-73° y hacia el N-W entre 27°-58° respectivamente. Estas vetas se explotan de forma subterránea por el método de cámaras y pilares con ensanche de tambores. El contenido de oro es de 6,67 gr/T.

Actualmente la mina cuenta con una planta de beneficio en la cual se procesa el mineral extraído mediante lixiviación y cianuración para la recuperación de oro y plata.

Como una contribución en la búsqueda de soluciones Técnicas y Medio Ambientales se elaboró el PTO y PMA, planteando un mejoramiento del desarrollo minero para el contrato de concesión EBA-111.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Fisicoquímicas, Escuela de Geología, Director Carlos Alberto García

SUMMARY

TITLE: ELABORATION OF THE WORKS AND LABORS PROGRAM (WLP) AND THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN (EMP) FOR THE GOLD MINE IN THE MUNICIPALITY OF CÁCHIRA SURATA (SANTANDER).*

AUTHOR:

FREDDY VILLAMIZAR RUEDA**

KEY WORDS:

Cáchira, hydrothermal, quartz veins, lixiviation, cianuration.

DESCRIPTION

This work of degree consists of the final report of the managerial practice, "Elaboration of the Works and Labors Program (WLP) and the Environmental Management Plan (EMP) for the mine CÁCHIRA in Suratá ", which describes the geological, technical and environmental characteristics of the mining exploitation, as well as the labors of extraction and benefit of the mine.

Cáchira Au deposits is located 10 kilometers northeastern of Suratá city (Department of Santander), it is of type hydrothermal, and consist of quartz-sulfide-oxides veins that cuts quartz-feldspar bearing biotite gneisses from Bucaramanga Gneiss Formation, With two predominant directions, (1) N52°W dips 46°-73° N-E, (2) N47°E dips 27°-58° N-W. The veins are exploited of underground form by the method of chambers and pillars with widening drums. The Au content to 6,67 gr/T.

Currently the mine has a plant in which the extracted mineral is tried by lixiviation and cianuration method for the golden recovery.

As a contribution in the search of Technical and Environmental solutions was elaborated the WLP-PTO and EMP-PMA, raising an improvement of the mining development for the concession contract EBA-111.

* Project of Grade

** Faculty of Physicochemical Engineerings, School of Geology, Director Carlos Alberto García

INTRODUCCION

En el año 2000 se estimaba que el 36% de las explotaciones mineras en el país, se desarrollaban en el ámbito de la informalidad e ilegalidad. Es por eso que en el año 2001 el Congreso de la República aprobó una ley, que estableció el proceso de transición para que las explotaciones informales pasen a la legalidad, llamada la Ley 685 que es la base de lo que hoy conocemos como el código de minas.

Es así como entidades como MINERCOL e INGEOMINAS en asocio con las Corporaciones Autónomas Regionales, buscan mecanismos para acceder a este proceso, y crean los PROGRAMAS DE TRABAJOS Y OBRAS y los PLANES DE MANEJO AMBIENTAL, buscando dar solución a las situaciones de ilegalidad en el país.

El Programa de Trabajos y Obras (PTO) debe suministrar la base técnica, logística, económica y comercial para tomar la decisión de invertir o no en un proyecto minero, contemplando lo establecido en el Artículo 84 del Código de Minas.

El artículo 78 de la Ley 685 de 2001, establece los requerimientos para cualquier concesión minera durante el periodo de explotación, que son necesarios para determinar la existencia y ubicación del mineral o minerales encontrados, la geometría del depósito, la cantidad y calidad económicamente explotables, la viabilidad técnica para extraerlos, así como el impacto sobre el medio ambiente y el entorno social que puedan causar estos trabajos en la zona. De esta manera los estudios de Trabajos y Obras están direccionados a suministrar técnicamente la ubicación, y calculo de reservas, las características del yacimiento, a través de estudios geológicos, así como un plan minero de explotación detallado, especificado los medios y métodos a utilizarse, la escala y duración de la

producción esperada, y una descripción de las características físicas y químicas de el mineral a extraer.

Por otro lado el Plan de Manejo Ambiental se ajusta al artículo 20 del decreto 1220 de Mayo de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y deberá contener términos que se acojan a la magnitud y particularidades del proyecto, tales como, compatibilidad de usos del suelo, uso de recursos naturales, aspectos socioeconómicos y culturales, identificación de impactos ambientales, plan de manejo ambiental, plan de abandono, programa de control y seguimiento, y un plan de contingencia.

Es inevitable que una explotación minera cause un impacto ambiental en su entorno físico, pero con el Plan de Manejo ambiental y el Programa de Trabajos y Obras se adoptan medidas de control, mitigación y prevención, para poder contrarrestar tales efectos.

1. ESPECIFICACIONES DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General. Elaborar un Programa de Trabajo y Obras (PTO) y un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la mina de oro Cáchira en el municipio de Suratá (Santander).

1.1.2 Objetivos Específicos

- Aplicar las metodologías y guías sugeridas por las autoridades mineras de Colombia para la elaboración de los PTO y PMA.
- Delimitación del área de estudio en el contexto de Geología Regional.
- Elaborar un mapa geológico a escala 1:1000 del área de estudio.
- Elaborar el PTO según los alcances establecidos en la resolución No. 180859 del 20 de Agosto de 2002, emitida por el Ministerio de Minas y Energía.
- Elaborar el PMA, según términos previstos el Artículo 20 del decreto 1220 de Mayo de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo.

1.2. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

INGEOMINAS

Es una empresa que contribuye al desarrollo del país y el bienestar de los colombianos a través de la exploración y conocimiento del suelo y el subsuelo del territorio nacional, de la evaluación y monitoreo de las amenazas geológicas, de la eficiente administración de los recursos minerales y de los materiales radioactivos, y busca satisfacer oportunamente las necesidades y requerimientos de sus clientes, con un recurso humano competente y una gestión eficaz soportada en tecnología de punta, basada en el mejoramiento continuo de sus procesos y en una administración de los riesgos asociados.

MISION

Contribuir al desarrollo económico y social del país a través de la exploración y el conocimiento del suelo y subsuelo del territorio nacional, de la evaluación y monitoreo de las amenazas geológicas, de la promoción y eficiente administración de los recursos minerales, y del control del uso de materiales radioactivos, atendiendo oportunamente las necesidades y requerimientos de nuestros usuarios.

VISION

INGEOMINAS será reconocido como líder en el suministro oportuno de información del subsuelo colombiano y en la administración eficaz de los recursos mineros, a través de un equipo humano calificado y de la utilización de tecnologías modernas, propiciando el desarrollo sostenible del país.

2. ESTUDIOS ANTERIORES

Es poco el desarrollo minero que se ha realizado en el municipio de Surata, y por tanto no existen estudios geológicos. Sin embargo las condiciones tectónicas y geológicas son las mismas a las del distrito minero de Vetas y California, según lo presentado por Ward et al. (1973), en su estudio “Geología de los Cuadrángulos H-12 y H-13 Departamento de Santander”.

La CDMB y el Instituto de Geología y Minería Ingeominas han realizado visitas técnicas a la mina entregando informes sobre el funcionamiento de las explotaciones y las condiciones ambientales en las que se desarrolla el proyecto minero, información que se encuentra en los folios mineros del contrato de concesión EBA-111.

En cuanto al tema ambiental se han realizado algunos estudios por parte de la Gobernación de Santander, el acueducto metropolitano de Bucaramanga, la CDMB, la UIS y otras instituciones, en el correcto desarrollo minero en el distrito de Vetas y California, y el manejo ambiental en el Rio Surata por las explotaciones mineras, principalmente relacionado con el uso del mercurio y cianuro en las explotaciones mineras.

2.2. BREVE HISTORIA DE LA MINA

Las labores en la mina Cáchira se iniciaron hace aproximadamente 15 años, con la familia Maldonado Villamizar, padres de uno de los Titulares, donde se realizaban labores de extracción de una manera desordenada y rudimentaria, lo que en ese tiempo se conocía como “minería artesanal”, desarrollándose en el campo de la ilegalidad. Y fue así como en Febrero de 2003, José Holmes Maldonado Villamizar en asocio con los hermanos Esteban, Edwin, John Freddy y

Elacio, deciden hacer la solicitud de legalización de la mina ante Minercol, iniciando así una serie de rechazos y aplazamientos por parte de Minercol y posteriormente INGEOMINAS, por no cumplir con todas las exigencias tanto mineras como ambientales.

Superadas todas estas limitaciones se da vía libre al proyecto por parte de INGEOMINAS y la CDMB autoridad ambiental de esta localidad y en Diciembre de 2005 se inicia la etapa de Explotación.

Actualmente lo que se busca por parte de los solicitantes es dar un mejoramiento a la producción de la mina, lo cual es motivo de nuestro estudio.

3. METODOLOGIA

El presente trabajo de grado está enmarcado por los términos de referencia de las GUIAS PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS PTO Y PMA DENTRO DEL PROGRAMA DE LEGALIZACION DE MINERIA DE HECHO QUE SE DESARROLLA EN EL TERRITORIO NACIONAL, elaborado por INGEOMINAS y las GUÍAS MINERO-AMBIENTALES elaboradas por el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio del Medio Ambiente. El desarrollo de este trabajo se llevo a cabo en cuatro etapas sucesivas, según se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 1. Etapas de desarrollo del Proyecto

| METODOLOGIA | DESCRIPCION |
|---------------------|--|
| FASE DE PRECAMPO | <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación y análisis de la información. • Levantamiento Topográfico de la zona. • Identificación del marco geológico regional. |
| FASE DE CAMPO | <ul style="list-style-type: none"> • Realización de la cartografía geológica a escala 1:1000. • Recolección de muestras en el polígono definido, para los posteriores estudios de laboratorio. • Identificación de los diferentes aspectos mineros y ambientales, necesarios para la elaboración del PTO y PMA. |
| FASE DE LABORATORIO | <ul style="list-style-type: none"> • Descripción macroscópica de las muestras recolectadas en campo y secciones delgadas. • Estudios mineralógicos y petrográficos de las muestras con mineralización aurífera y roca encajante. |
| FASE DE OFICINA | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretación de los datos geológicos. • Elaboración del PTO y PMA. • Elaboración de mapas. • Digitación, entrega y sustentación de trabajo de grado. |

3.1. FASE DE PRECAMPO

RECOPIACION DE INFORMACION

Este trabajo se realizó en las bibliotecas de INGEOMINAS, UIS, Gobernación de Santander, CDMB y la consulta de diferentes páginas virtuales con el objetivo de recopilar y analizar la mayor cantidad de información bibliográfica de las áreas que comprenden este proyecto.

VALORACION DE INFORMACION

Una vez recolectada la mayor cantidad de información, se selecciono la de mejor calidad, ya que no toda era apta para el desarrollo de la práctica, y se procedió a complementar con información más profunda y datos reales en el campo, con el fin de suministrar las bases necesarias para el diseño técnico y ambiental de la mina Cáchira en el Contrato de Concesión EBA-111.

3.2 FASE DE CAMPO

Esta fase se realizo en el área del Contrato de Concesión EBA-11, en los alrededores de la mina Cáchira, donde se desarrollaron labores geológicas, técnicas, mineras y ambientales, para recolectar la mayor cantidad de información para la elaboración del Plan de Trabajos y Obras y el Plan de Manejo Ambiental.

Esta fase se llevo a cabo en tres etapas:

Topografía: Esta etapa fue realizada por un topógrafo, cuyo objetivo fue el de realizar la topografía superficial planimétrica y altimétrica en el área, localizada al Oeste del Paramo de Tasajeras, en la base de este y que se encuentran dentro del área otorgada para explotación, y superficialmente realizando curvas de nivel cada 25 centímetros entre una y otra, con levantamiento de areas de interés como

lo son: zonas de protección forestal, zonas de aprovechamiento de mineral, túneles con sus respectivas bocaminas, fuentes hídricas y la planta de procesamiento del mineral.

Etapa de Geología de Superficie: Se hicieron diferentes recorridos cubriendo el área de estudio. En cada estación se hizo una descripción litológica de los afloramientos de roca.

En este total se realizaron 25 estaciones en el área del polígono y se recogieron 27 muestras de roca y filón, para los posteriores análisis de laboratorio de macroscopía y microscopía.

Etapa Geología Subterránea y Procesamiento Mineral: Se estudiaron los dos túneles y la planta de beneficio de la mina Cáchira haciendo una observación detallada de los filones y la roca encajante y de las condiciones de los túneles, así como de su funcionamiento, con el objetivo de recoger la mayor cantidad de información que fuera útil para el desarrollo del PTO y PMA.

La información acerca del beneficio del mineral fue facilitada por los los titulares de la mina.

Etapa de Estudio Ambiental: En esta etapa se recorre la zona de estudio haciendo un inventario biótico-ambiental de los componentes recursos naturales existentes, así como correcto uso de estos recursos por parte de la explotación minera o los daños que se estén presentando al conjunto biótico.

El objetivo de esta etapa es obtener información acerca de la influencia que tienen las actividades mineras de explotación sobre el medio biótico para obtener un mejor desarrollo en el proyecto minero de una forma técnica, sostenible y ambientalmente viable.

3.3 FASE DE LABORATORIO

Esta fase se llevo a cabo en los laboratorios de Preparación de muestras, Macroscopía y Microscopía Óptica de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander. En donde se elaboraron cinco (5) Secciones Delgadas, en las cuales se realizo su descripción mineralógica en un microscopio de luz transmitida marca Nikkon modelo ECLIPSE E200 POL.

3.4 FASE DE OFICINA

Teniendo en cuenta la información obtenida en las fases anteriores, precampo, campo y laboratorio, se procedió a la elaboración del Programa de Trabajos y Obras (PTO) y el Plan de Manejo Ambiental (PMA), de los mapas topográfico y geológico en AUTOCAD y la interpretación y conclusiones en la elaboración del informe final de la práctica empresarial.

4. GENERALIDADES

4.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA MINA CACHIRA

La mina Cáchira cuyo contrato de concesión EBA-111 se localiza en el municipio de Suratá, departamento de Santander, en lo que se conoce como el Paramo de Cachirí, al Este del caserío con el mismo nombre. El área otorgada para la extracción del material es de 1 Km², y se ubica sobre el Páramo de Tasajeras a una altura entre 3000 m.s.n.m y 3400 m.s.n.m, a unos 7 Km al S-E del Corregimiento Cachirí, y se caracteriza por ser el nacimiento de las Quebradas Marcela y el Muleto, que mas adelante forman el río Cachirí.

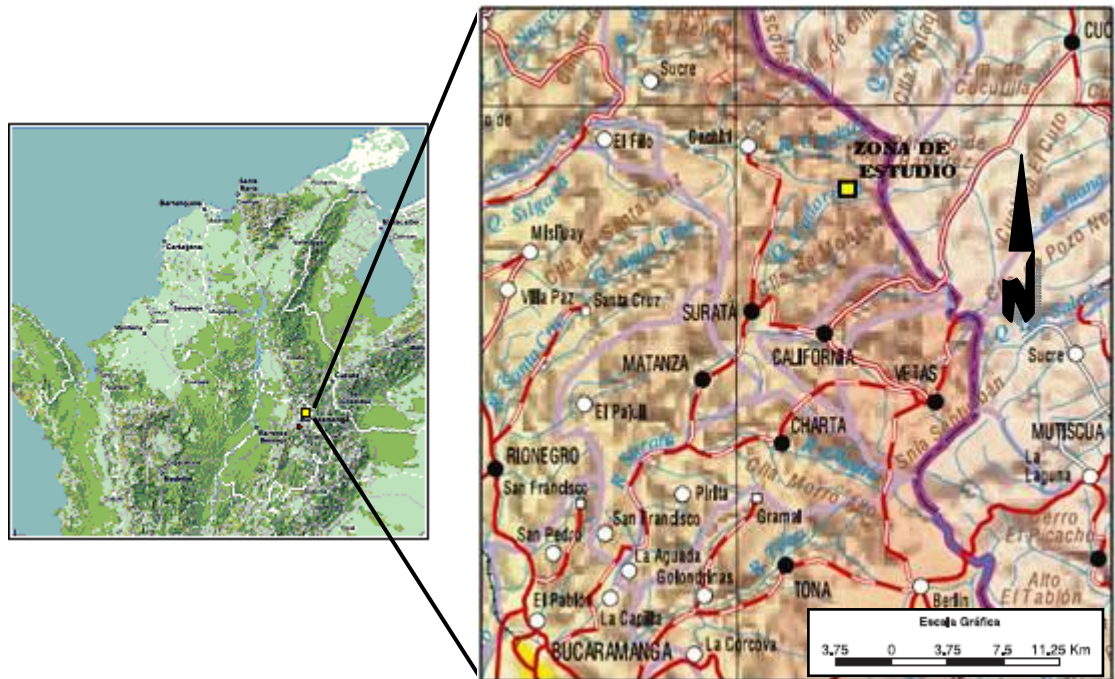


FIGURA 1. Localización de la zona de estudio. Contrato de concesión EBA-111. (Tomado de Google Earth y <http://www.igac.gov.co>)

Topográficamente se localiza en la plancha 110-I-A a escala 1:25.000 del Instituto geográfico Agustín Codazzi IGAC.

4.2 ACCESO

El acceso al área de explotación se realiza por la vía que de Bucaramanga conduce al municipio de California, y sobre el Km 14, en la tienda que se conoce como el alto de Cachiri se debe iniciar el tránsito por una trocha en dirección Este, y a unos 4 Km se encuentra la vereda San Luis donde está el área de explotación.

4.3 CLIMATOLOGIA

El alto de Cachirí corresponde a una de las partes más elevadas del Macizo de Santander con altura que varía entre los 2800 m.s.n.m. y 3400 m.s.n.m. y corresponde a zonas de Páramo, con vientos húmedos y alta pluviosidad.

Las temperaturas oscilan entre los -8°C y 15°C en temporada de verano. La precipitación promedio es de 1300 mm, que se lleva a cabo con mayor intensidad en los meses de Enero, Mayo y Agosto según gente de la comunidad.

4.4 ALINDERACION DEL AREA

El área se encuentra ubicada sobre el Páramo de Cachiri, con Punto Arcifinio (P.A). Determinado por ser una casa central ubicada en la finca Cáchira con coordenadas:

X = 1.315.225,00 Y = 1.126.545,00.

TABLA 2. Alinderación del Polígono del Contrato de Concesión EBA-111

| LADO | RUMBO | DISTANCIA (m) | COORDENADAS | |
|------|----------------|---------------|--------------|--------------|
| | | | X | Y |
| PA-1 | S63°41'14,46"E | 507.59 | 1'315.225.00 | 1'126.545.00 |
| 1- 2 | N00°00'00.00"E | 1000.00 | 1'315.000.00 | 1'127.000.00 |
| 2- 3 | S90°00'00.00"W | 1000.00 | 1'316.000.00 | 1'127.000.00 |
| 3- 4 | S00°00'00.00"W | 1000.00 | 1'316.000.00 | 1'126.000.00 |
| 4- 1 | N90°00'00.00"E | 1000.00 | 1'315.000.00 | 1'126.000.00 |

PA – Punto Arcifinio.

AREA: 100 Ha, 1 Km².

Para realizar esta alinderación se hizo uso de una plancha topográfica a escala 1:25000, obtenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, que fue la plancha 120-I-A, y que seguidamente se procedió a iluminar con colores, destacando los ríos, carreteras principales y caminos de la zona.

4.5 CONTEXTO REGIONAL

La Mina Cáchira se localiza al Nororiente del departamento de Santander, en la Cordillera Oriental, en una región tectónicamente compleja y dinámica, y es influenciada por la acción que produce los límites de placa Sudamericana y el Caribe, conocida como Bloque Norandino según Kellogg (1984); Case, J. Et al. (1984); Kellogg, et al (1985) y Boinet (1985), entre otros. Desde el punto de vista de la caracterización tectónica, la subregión se encuentra en la Provincia de la Cordillera Oriental según clasificación de Clavijo, j. Et al. (1993).

La Provincia de la Cordillera Oriental se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de dirección NE y NW, en gran parte asociadas al falla sinistral Bucaramanga-Santamarta, dominando el patrón de fracturamiento en casi toda la región.

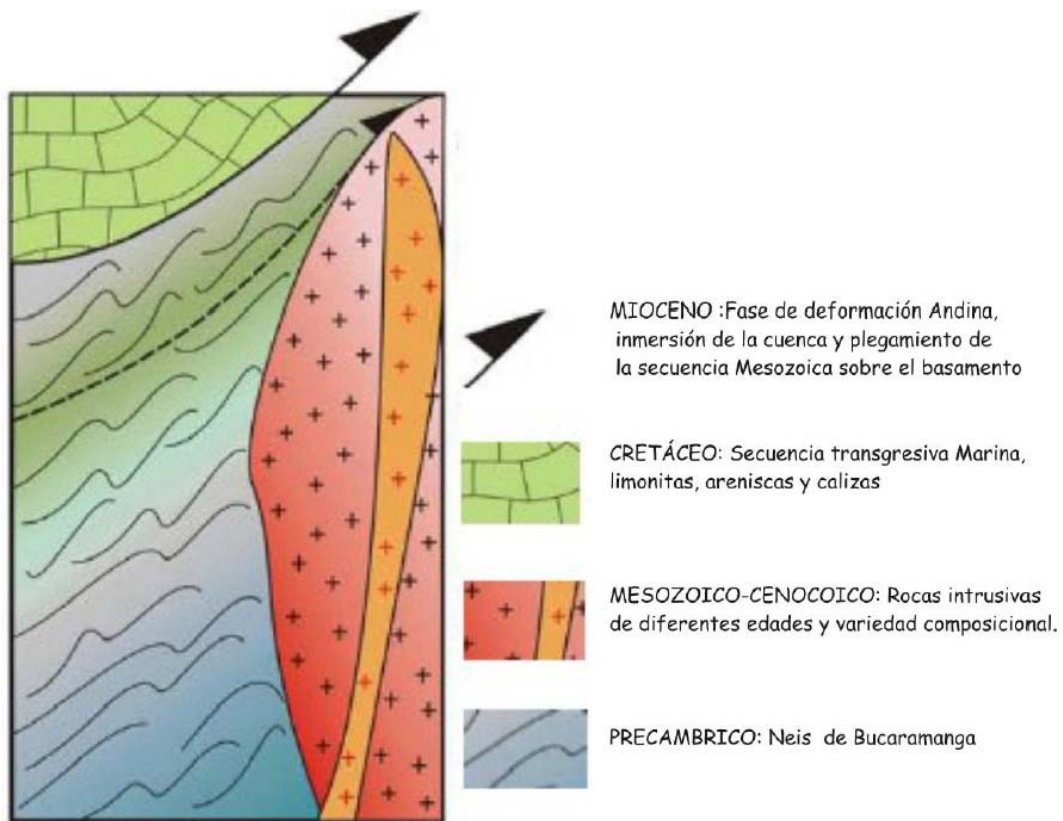


FIGURA 2. Columna generalizada del área de California (Tomado de Horner J, 2005).

En el anterior esquema se muestra una secuencia de los eventos geológicos en el área de California, que podrían ser a manera regional los que operan en la zona noreste del Macizo de Santander.






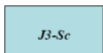
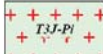


| LEYENDA | |
|---|---|
| CRETACICO | |
|  | <i>k2k6-Sm</i> |
|  | <i>b2b6-Sm</i> |
|  | <i>b1?b4-Sct</i> |
| JURACICO | |
|  | <i>J3-Sc</i> |
|  | <i>T3J-Pi</i> |
| SILURICO-ORDOVICICO | |
|  | <i>OS?-Mev</i> |
| PRECAMBRICO | |
|  | <i>MP3NP1-Mg2</i> |
| | <p>K2k6-Sm: Lodolitas negras, calizas bituminosas, intercaladas con cherts negros.</p> <p>b2b6-Sm: Shales con yeso, cherts, calizas y arenitas.</p> <p>b1?b4-Sct: Cuarzoarenitas y arenitas feldespáticas de grano medio, grueso a conglomeráticas y conglomerados.</p> <p>Formación Girón (J3-Sc): Capas rojas constituidas por arenitas, conglomerados y limolitas.</p> <p>T3J-Pi: Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cauzomonzodioritas.</p> <p>Formación Silgará (OS?-Mev): Filitas, esquistos, cuarcitas, pizarras, metaconglomerados y mármoles</p> <p>Neis de Bucaramanga (MP3NP1-Mg2): Neises cuarzofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortoneises, cuarcitas y mármoles.</p> |

FIGURA 3. Mapa Geológico Regional de Suratá. Modificado del Atlas Geológico de Colombia, Plancha 5-06

El depósito minero Cáchira se encuentra ubicado en el Macizo Ígneo-Metamórfico de Santander, que en esta zona consta de alternancias de neis y esquistos Precámbricos, con intrusiones ígneas Mesozoicas plegados en sus flancos y de donde se originaron los ramales que constituirían los Andes de Mérida en Venezuela y la Serranía del Perijá al extremo nororiental del país.

Las rocas más antiguas corresponden al Neis de Bucaramanga que es constituido por rocas metamórficas de origen sedimentario, como neises cuarzo-feldespáticos, micáceos y hornbléndicos, con cuarcitas, anfibolitas, migmatitas siendo a la formación más antigua y predominante que aflora en la región. Otras unidades son, La Formación Silgara que se compone de rocas metamórficas de bajo grado como cuarcitas, filitas y mármoles, así como la Formación Girón que corresponde a una alternancia de areniscas, lutitas y conglomerados continentales.

5. GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

En el área de la mina Cáchira afloran rocas metamórficas de tipo neis de grado medio a alto, correspondientes al Neis de Bucaramanga de edad precámbrica, considerada como la unidad más antigua del Macizo de Santander, intruido por unos cuerpos tonalíticos de edad Mesozoica hacia el este y noreste del área de explotación.

Las rocas del Neis de Bucaramanga encajan venas de cuarzo de hasta 50 cm de espesor.

5.1. ROCAS METAMÓRFICAS

En el área de estudio afloran neises biotítico-hornbléndicos y cuarzofeldespáticos de composición definida, bastante oxidados y alterados, presentando sericita, hematita, limonita e ilmenita como alteraciones principales.

5.1.1 Neis cuarzo-feldespático. La roca se encuentra distribuida a lo largo del área y se encuentran afloramientos en la parte este y central del polígono.

Macroscópicamente es una roca de color gris oscuro con películas de hematita producidas por oxidación, se observan cristales orientados de cuarzo, feldespato, plagioclasa y biotita de grano fino a medio formando el bandeamiento típico de un neis.

5.1.1.1 Composición mineralógica. Bajo el microscopio las secciones delgadas muestran cristales de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa de grano fino, mostrando una foliación principal en la roca, con algunos minerales opacos de grano medio distribuidos al azar y con epidotización y sericitización rellenando fracturas.

Cuarzo (43%): individuos heteroblásticos xenoblásticos de tamaño fino, bastante fracturados, formando bandas polimineraleas con el feldespato y la plagioclasa formando la dirección principal de foliación.

Feldespato potásico (24,5%): Individuos heteroblásticos subideoblásticos de grano medio, con bordes subangulares y presentando caolinitización en los bordes.

Biotita (19%): son cristales tabulares alargados de grano medio y de hábito laminar, se encuentran bien orientados en la dirección principal de foliación. Se encuentra alterada a clorita.

Clorita: Se encuentra en mayor abundancia que la biotita, y la reemplaza desde los bordes hacia el centro, conservando su misma dirección de exfoliación.

Plagioclasa (11%): Individuos heteroblásticos subideoblásticos, asociados al cuarzo y el feldespato potásico en bandas orientadas.

Minerales arcillosos: Están se presentan como manchas marronáceas, sobre los agregados de los feldespatos, dándoles un aspecto turbio.

Minerales opacos (2,5%): cristales xenoblásticos de hábito hexagonal, embebidos en la matriz de cuarzo y distribuidos al azar. Adicionalmente a estos, se encuentra otro tipo de individuos diseminados en las venas poliminerales y de tamaño muy fino.

Apatito (T): Cristales alargados idiomórficos de tamaño muy fino, asociados al cuarzo y la plagioclasa, no presentan orientación definida y están distribuidos irregularmente en la muestra.

Epidota (T): Individuos formando agregados granulares, asociada a la biotita, feldespato potásico y cuarzo.



FIGURA 4. A. (PP, 5x) Neis cuarzo-feldespático, nótese las dos direcciones de fracturamiento. B. (XP, 5x) Presenta una textura lepidogranoblástica.

Textura: Lepidogranoblástica

Paragénesis: Cuarzo + Plagioclasa + Feldespato Potásico + biotita

Fácie: Anfibolita

Zona: Sillimanita Superior.

5.1.2 Neis Biotítico-Hornbléndico. Estos afloramientos se encuentran en la parte Noreste del polígono, son de color marrón verdoso a gris oscuro, de grano medio a fino, estructura néisica y compuesta de cuarzo, biotita y micas alargadas. Es una roca metamórfica de medio a alto grado, obsérvese en la siguiente Fotografía el tamaño y cristales que se encuentran bien formados. Afloramientos de color negro en forma de intrusión, estructura masiva, granos finos y de composición máfica, hornblenda, cuarzo y plagioclasa. Se encuentra hacia el noreste, en la parte más elevada del polígono.



FIGURA 5. Muestra de mano de neis biotítico-hornbléndico. Biotita (color verde) y las micas (mineral brillante).

5.1.2.1 Composición Mineralógica. Se presenta una estructura néisica con cristales bien formados heteroblásticos subideoblásticos de grano medio a grueso de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita, biotita, y hornblenda, en contacto neto con minerales opacos rodeados por una matriz fina de sericita y con abundante oxidación en microvenillas rellenas de hematita. Los minerales están dispuestos concordante al bandeamiento de la roca.

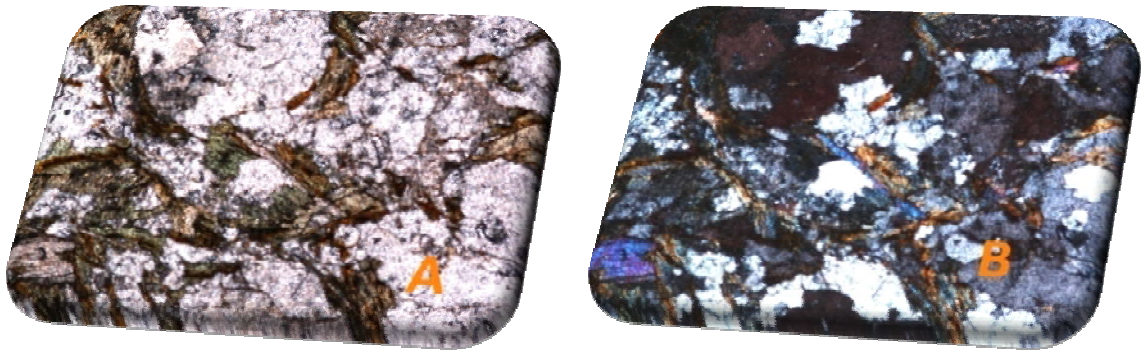


FIGURA 6. Características mineralógicas y texturales del neis biotítico-hornblendico. Bandas de biotita en contactos irregulares y netos con la hornblenda asociada a minerales opacos.

Hornblenda (0-48%): Cristales tabulares alargados heteroblásticos subideoblásticos, con su exfoliación típica, de tamaños finos y dispuestos conforme a la bandeamiento de la roca, muchas veces engolfados en la biotita.

Biotita (32-53,5%): se presenta como individuos homeoblásticos subidioblásticos de grano medio, con su pleocroísmo típico, en contacto neto con la hornblenda, alineados y definiendo la foliación principal de la roca.

Feldespato Potásico (0-35%): Cristales homeoblásticos xenoblásticos de grano medio a grueso con maclas de micropertitas y bordes saturados y altamente sericitizados y otros completamente reemplazados por la Sericita.

Plagioclasa (3-14%): Se presenta generalmente con su maclado típico. Son individuos heteroblásticos xenoblásticos con bordes irregulares levemente sericitizados.

Sericita (12%): habito escamoso, incoloro, se encuentra reemplazando por alteración al feldespato y la plagioclasa.

Cuarzo (18-35%): Cristales incoloros de grano medio en contacto neto con la plagioclasa y el feldespato, con extinción ondulante y siguiendo la dirección de la foliación.

Moscovita (0-7,5%): Cristales heteroblásticos xenoblásticos con bordes irregulares dispuestos al azar, asociados a la plagioclasa y la biotita.

Minerales opacos (1,5%): Individuos homeoblásticos xenoblásticos, asociados a las bandas de cuarzo y biotita, penetrando dentro de los planos de exfoliación o diseminadas sobre ellas.

Epidota (T): Agregados granulares formados por individuos xenoblásticos homeoblásticos de grano medio, pleocróicos, amarillo pálido a verde-amarillo, y asociados a la hornblenda.

Textura: Lepidogranoblástica.

Paragénesis: Cuarzo + plagioclasa + Hornblenda + Biotita.

Fácie: Anfibolita

Zona: Sillimanita Superior.

5.2 ROCAS ÍGNEAS

Estos cuerpos hacen parte del Grupo Plutónico de Santander que consta de tonalitas, granodioritas y monzogranitos; pero en la zona solo aflora la tonalita.

5.2.1 Tonalita. Aflora al norte de la finca Cáchira, en el extremo Este del polígono.

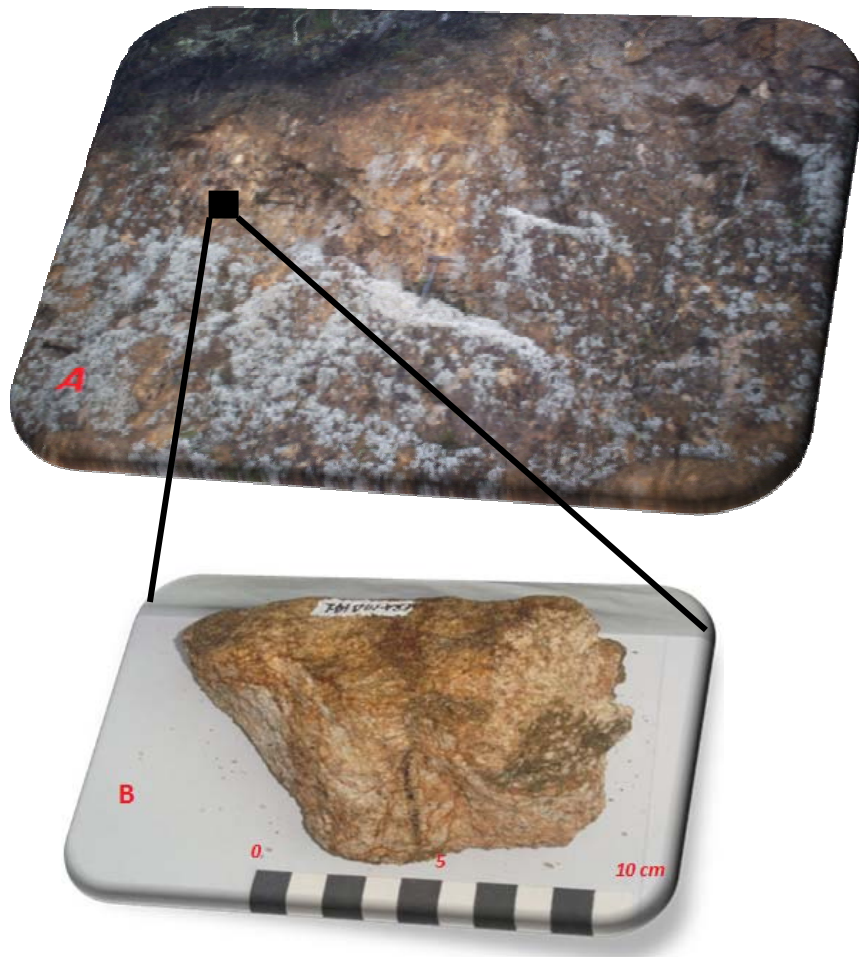


FIGURA 7. A. Afloramiento y B. Muestra de una tonalita.

Este cuerpo rocoso es de color blanco grisáceo algunos de color naranja, brillo sedoso, textura fanerítica, de grano medio a grueso y en contacto neto con el neis. Su composición consta de cuarzo, plagioclasa y feldespatos dentro de una matriz de agregados de Sericita, y atravesados por venillas de cuarzo de aproximadamente 3 cm.

5.2.1.1 Composición Mineralógica: La sección delgada muestra cristales inequigranulares subideoblásticos, de cuarzo, biotita, moscovita y plagioclasa, con una textura alotriomórfica y presentando alta sericitización y hematización.

Cuarzo (30-58%): Cristales incoloros equigranulares y anhedrales, de grano medio a grueso, bordes irregulares en contacto neto con la plagioclasa y la muscovita.

Plagioclasa (50- 58%): Se presentan cristales inequigranulares anhedrales en contacto neto con el cuarzo y el feldespato potásico, presentando sericitización parcial o total de los cristales.

Sericita: se presenta como agregados microcristalinos reemplazando la plagioclasa y el feldespato potásico.

Muscovita (3-10%): Cristales tabulares incoloros, inequigranulares en contacto neto con el cuarzo y la plagioclasa, con baja distribución en la roca y dispuestos al azar.

Minerales Opacos (1-3%): Son cristales de hábito hexagonal, inequigranulares anhedrales, de grano medio embebidos en la matriz de cuarzo y moscovita y distribuidos de forma irregular dentro de la sección.

Hematita (0-4%): Son agregados laminares muy finos, que generalmente se encuentran rellenando fracturas.

5.2.2 Vetas Hidrotermales. Son bloques tabulares que varían entre 40 y 80 cm de espesor, rellenos de cuarzo, plagioclasa y pirita, presentando alta hematización en forma de parches rojizos. Se encuentran cortando al neis y la mayoría altamente fracturados.

Las estructuras mineralizadas tienden a presentar forma tabular, mostrando dos direcciones predominantes, N52°W y N47°E, y buzamientos que hacia el N-E varían entre 46°-73° y hacia el N-W entre 27°-58° respectivamente. Se aclara que estos datos de continuidad de las vetas se podrían especificar con estudios de núcleos y perforaciones para la región posteriormente.



FIGURA 8. Veta Mineralizada.



FIGURA 9. Muestra de un bloque mineralizado con agregados de cuarzo y pirita.

El depósito de mineral está constituido por diseminación de oro en bloques tabulares llamados vetas, de composición ígnea distribuidos irregularmente en el Neis de Bucaramanga en el Macizo de Santander.

5.2.2.1 Composición Mineralógica: Bajo el microscopio la lamina presenta una textura alotriomórfica inequigranular con cristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y muscovita en contacto neto con los minerales opacos. Presenta alto grado de alteración en la plagioclasa a manera de Sericita y hematización asociados a los minerales opacos. Tiene microvenillas rellenas de hematita y calcita.

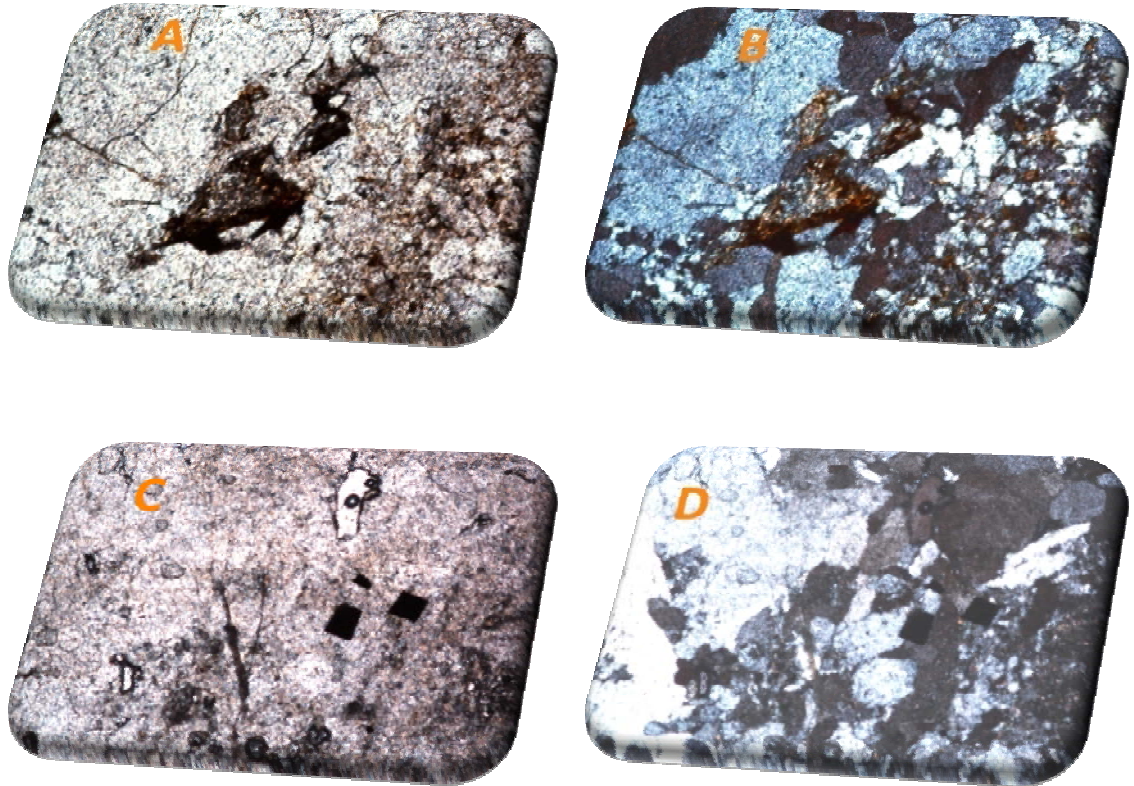


FIGURA 10. Laminas de la mineralización de cuarzo. A. (PP, 5x) Minerales Opacos 2 subidiomórficos, lamina con bastantes microvenillas. B. (XP, 5x) Minerales Opacos 2 en una matriz de cuarzo. C. (PP, 5x) Minerales Opacos 1 euhedrales, con cristales de apatito. D. (XP, 5x) Minerales Opacos en la matriz de cuarzo casi en extinción.

Cuarzo (50-65%): Se presentan dos generaciones de cuarzo,

Cuarzo 1: Son cristales inequigranulares y anhedrales, formando agregados granulares alargados, con extinción ondulante, bordes irregulares y difusos en ocasiones, embebidos en una matriz de sericita y cuarzo 2.

Cuarzo 2: Agregados microcristalinos de habito granular muy finos, inequigranulares subhedrales, muchas veces intercrecidos en otros cristales de cuarzo.

Plagioclasa (13-21%): Cristales inequigranulares subhedrales orientados al azar dentro de una matriz más fina, en contacto neto con el cuarzo y el feldespato potásico, con bordes saturados y difusos ya que en su mayoría se encuentran reemplazados, parcial o totalmente por sericita.

Sericita: Son agregados microcristalinos de hábito escamoso, incoloros con apariencia de turbidez, y se encuentra reemplazando parcial o totalmente la plagioclasa y el feldespato potásico de los cuales aun se observan los moldes rodeando al cuarzo.

Feldespato Potásico (17%): Individuos equigranulares anhedrales de grano grueso, con bordes saturados y sericitizados.

Muscovita (0-2%): Cristales inequigranulares anhedrales, con relieve variable, presentando colores de interferencia de segundo orden en contacto neto con el cuarzo, discretamente distribuidos en la roca.

Minerales Opacos (2-5%): Se presentan dos generaciones

Opacos 1: Cristales de grano medio de hábito hexagonal, subhedrales anhedrales, dispuestos discretamente en la sección.

Opacos 2: Agregados microcristalinos diseminados dentro de las venillas de sericita y hematita en los engolfados de cuarzo 1.

Hematita (0-5%): Agregados laminares muy finos, rojo intenso, asociado a los minerales opacos y rellenando microvenillas.

5.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El área a nivel regional se encuentra afectada por varias fallas debidas a los esfuerzos en gran parte producidos por la colisión de la placa Nazca y del Caribe con la placa Suramericana, entre ellas la falla de Bucaramanga-Santa Marta, falla de Surata, la falla angostura, y la falla Romeral-Cucutilla, formando una especie de prisma, que le dio a la región un alto factor de deformación y diaclasamiento, que forma una porosidad secundaria y posteriormente favoreció la filtración de fluidos hidrotermales.

En el trabajo de campo se identificaron y midieron los esfuerzos locales que afectan la zona, produciendo fracturamiento de la roca y donde predominan dos familias de diaclasas, una con rumbo promedio N52°W y N41°E y buzamiento promedio de 63°N-E y 39°NW respectivamente.

Los fluidos hidrotermales pudieron ser favorecidos por el diaclasamiento de la zona, y posteriormente haber formado los bloques tabulares mineralizados.

Mediante el trabajo de campo se definió el trazo de un lineamiento, el cual se denominará "Lineamiento Quebrada Marcela", con rumbo N39°W, la presencia de lineamiento fue evidenciada en el área por rasgos geomorfológicos y el patrón de drenaje, después de estudios más detallados no se obtuvieron los suficientes datos para definirla como Falla.

5.4. GEOMORFOLOGÍA

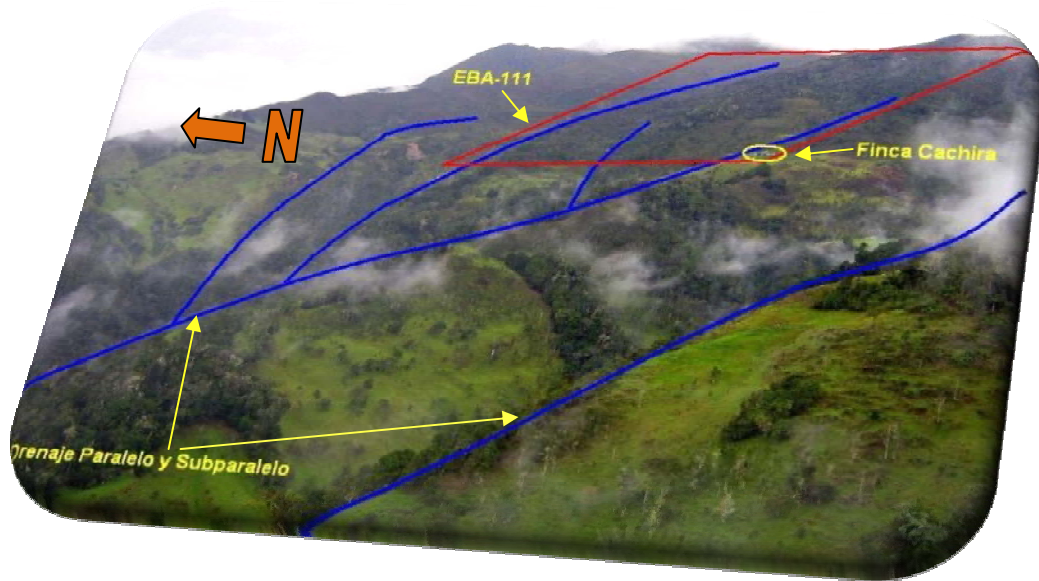


FIGURA 11. Geomorfología de la zona, subiendo el alto de Cachiri.

A nivel regional el área se enmarca en un paisaje juvenil, que se caracteriza por presentar un relieve montañoso, empinado compuesto por valles profundos y erodados producidos por las altas velocidades de los cauces, valles colgados, sierras y cuchillas en dirección SW-NE, altas pendientes que evidencian la erosión gravitacional y gran parte de derrumbes. Las geoformas presentes en el área de concesión se caracterizan por pendientes hasta de 40°, típicas del Paramo de Tasajeras, alternando con otras suavemente empinadas y valles en “V”.

La altura en la que se ubica el área del contrato de concesión EBA-111, oscila entre 2900 y 3400 m.s.n.m.. El patrón de drenaje que predomina en esta zona es paralelo a subparalelo controlado estructuralmente. Esta área se caracteriza por ser el nacimiento de la quebrada Marcela, quebrada que actúa como tributario del río Suratá.

6. PROGRAMA DE TRABAJOS Y OBRAS (PTO)

6.1. MARCO LEGAL DEL PTO

El Gobierno Nacional en el año 2001 promulgó la Ley 685, Código de Minas, la cual en su artículo 165 concedió a los beneficiarios de minas de propiedad estatal sin título inscrito en el Registro minero Nacional, un término improrrogable de tres (3) años, contados partir del 1° de enero de 2002, para solicitar que la mina o minas correspondientes les fueran otorgadas en concesión, si cumplen con los requisitos de fondo y de forma y siempre y cuando el área se encuentre libre para contratar.

En ejercicio de las facultades constitucionales conferidas en el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política de Colombia, el gobierno nacional reglamentó a través del Decreto 2390 de 2002 el procedimiento a que se deben someter los explotadores de minas de propiedad estatal sin título minero inscrito en el registro minero nacional.

Así mismo el Ministerio de Minas y Energía mediante resolución numero 18 0074 del 27 de enero de 2004, delego en el Instituto Colombiano de Geología y Minería -INGEOMINAS- las funciones mineras establecidas en la Ley 685 de 2001, actual Código de Minas, salvo las indicadas en el mismo acto.

En virtud de lo anterior Ingeominas tiene como proyecto institucional la implementación del programa de legislación de Minería de Hecho en el Territorio Nacional, para lo cual asigno recursos con el fin de formular estudios, entre los cuales se encuentra el Programa de Trabajos y Obras (PTO) y el Plan de Manejo ambiental (PMA) para aquellas solicitudes que resulten viables luego de realizar

las visitas minero ambientales surtidas de conformidad con el decreto 2390 de 2002 en su artículo 5.

6.2. MARCO TEORICO DEL PTO

El desarrollo de un proyecto minero contempla la elaboración del Programa de Trabajos y Obras, y este debe ser presentado en la transición de cualquier etapa del proyecto. El Contrato de Concesión comprende, dentro de su objeto, las fases de exploración técnica, explotación económica, beneficio de minerales por cuenta y riesgo del concesionario y el cierre o abandono de los trabajos u obras correspondientes.

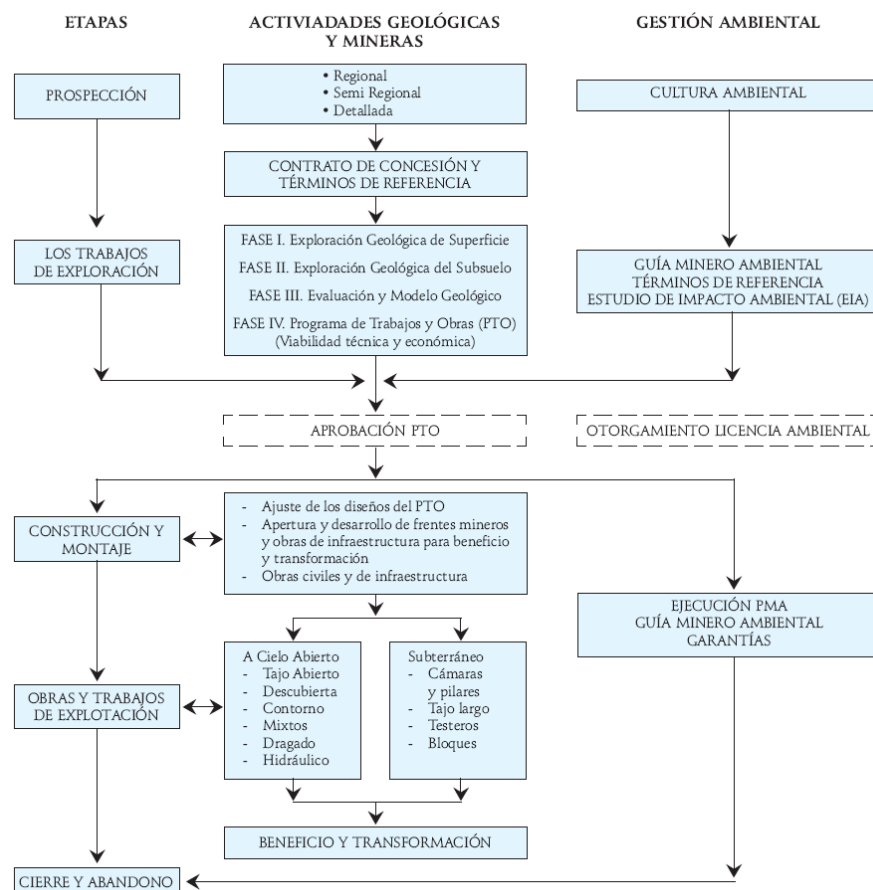


FIGURA 12. Etapas y fases de un proyecto geológico minero (Guías Minero Ambientales, 2002).

TABLA 3. Duración de la concesión (Guías Minero Ambientales, 2002).

| Etapas | Período años | Prórroga años | Disminución del período | |
|------------------------|--------------|---------------|--|---|
| | | | Situación | Condición |
| Exploración | 3 | 2 | Podrá ser menor a 3 años por solicitud del proponente | Cumplimiento de las obligaciones mínimas exigidas para esta etapa del contrato |
| Construcción y Montaje | 3 | 1 | Podrá ser menor cuando la explotación se realice en forma anticipada y lo permitan la infraestructura y montajes provisionales o incipientes | Aviso previo y por escrito a la autoridad minera y presentación del Programa de Obras y Trabajos de la explotación anticipada |
| Explotación | 24 | | Será menor cuando el concesionario haga uso de las prórrogas en los períodos de exploración, construcción y montaje. | |
| Total Concesión | 30 | 30 | | |

El contrato de concesión EBA-111 se encuentra actualmente en la fase de Explotación y Beneficio, por lo que el Plan de Manejo Ambiental, se enfocara en esta etapa según las Guías Minero Ambientales.

Según el glosario de INGEOMINAS el Programa de Trabajos y Obras (PTO) se define así, “El Programa de Trabajos y Obras de explotación es el resultado de los estudios y trabajos de exploración, que presenta el concesionario, antes del vencimiento definitivo de este período, para la aprobación de la autoridad concedente o el auditor que se anexa al contrato como parte de las obligaciones”. Este debe suministrar la base técnica, logística, económica y comercial para tomar la decisión de invertir y desarrollar un proyecto minero.

Un Programa de Trabajos y Obras debe contener, como mínimo, la siguiente información:

- Delimitación del área de estudio.
- Mapa Topográfico del área delimitada (escala 1:100000) con curvas de nivel cada 5 metros, con ubicación de bocaminas, vías, quebradas e infraestructura en general para los estudios en minería subterránea, y mapa topográfico a escala 1:1000 o menor, con ubicación del área de explotación actual, vías, quebradas e infraestructura en general para el caso de las explotaciones a cielo abierto.

- Detallada información cartográfica del área y, si se tratare de material de arrastre especificaciones batimétricas.
- Ubicación, cálculo y características de las reservas que habrán de ser explotadas en desarrollo del proyecto.
- Descripción y localización de las instalaciones y obras de minería, depósito de minerales, beneficio y transporte y, si es del caso, de transformación.
- Plan minero de explotación detallado y proyecciones a máximo 30 años y teniendo en cuenta la vida útil de la mina, que incluirá la indicación de las guías técnicas que serán utilizadas.
- Plan de obras de recuperación geomorfológica, paisajística y forestal del sistema alterado, ajustado a lo contemplado en el Plan de Manejo Ambiental.
- Escala y duración de la producción esperada.
- Características físicas y químicas del mineral a extraer.
- Descripción y localización de las obras e instalaciones necesarias para el ejercicio de las servidumbres inherentes a las operaciones mineras.
- Plan de cierre de la explotación y abandono de los montajes y de la infraestructura, según las directrices del Plan de Manejo Ambiental.

6.2.1 Método de Explotación Subterránea: El contrato de concesión EBA-111 se encuentra actualmente en la etapa de explotación y debido a las propiedades mecánicas de la roca tanto mineralizante como encajante se realiza bajo las condiciones del sistema de minería subterránea.

La minería subterránea consiste en la extracción y transporte del material a través de túneles y galerías que alcanzan la superficie; en los cuales se busca un mínimo movimiento de material estéril. Este sistema se aplica cuando las condiciones geológicas de un depósito o yacimiento mineral son tales que, la remoción del material estéril hace que la minería a cielo abierto sea antieconómica.

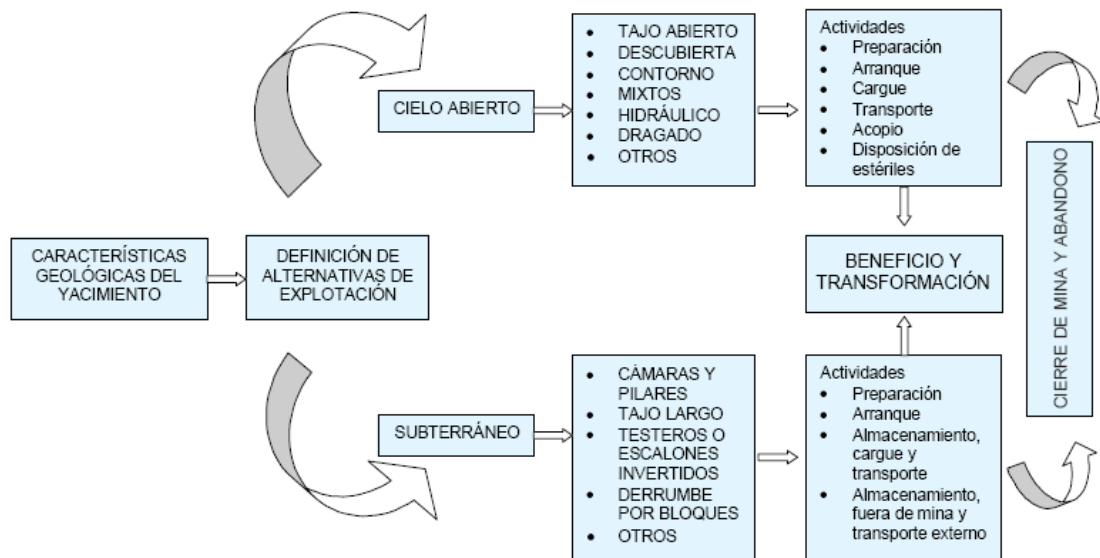


FIGURA 13. Sistemas y métodos de explotación (Guías Minero Ambientales).

Por tratarse de una roca cristalina dura el método empleado en el contrato de concesión EBA-111 es el de método subterráneo de cámaras y pilares.

6.2.1.1 Cámaras y Pilares. En la extracción del mineral se dejan pilares del mismo para sostener el techo. Las cámaras se construyen en forma múltiple y paralela. Se hacen tan anchas como las características y propiedades de resistencia de las rocas de techo y piso y del mismo mineral lo permitan. Dentro de las cámaras se realizan las operaciones de cargue, transporte, etc. La operación se realiza de tal manera que el techo de la cámara se mantiene en su sitio, sin necesidad de fortificación durante el tiempo que dura la explotación. Los pilares que quedan entre las distintas cámaras se abandonan.

Características:

- Las cámaras se ordenan sistemáticamente en filas, de tal modo que sean accesibles desde una galería que las atraviesa.
- Las dimensiones de las cámaras depende de la resistencia de la roca mineralizada.
- El porcentaje de mineral recuperado es variable.
- El porcentaje de recuperación se incrementa significativamente cuando en retirada se recuperan los pilares.
- Este sistema requiere de una ventilación apropiada.
- Se emplea en yacimientos con buzamientos menores a 30° .

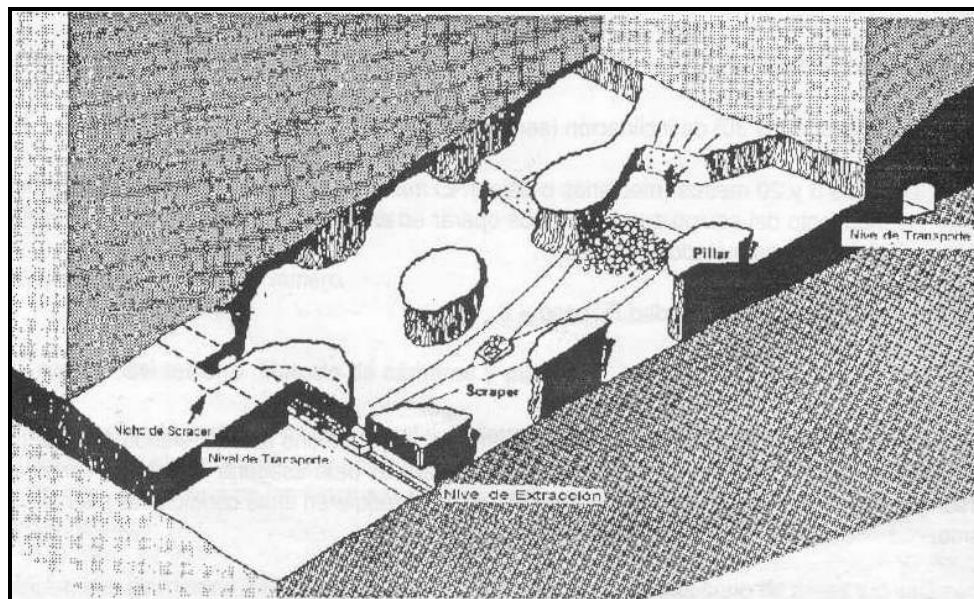


FIGURA 14. Método por Cámaras y Pilares. Fuente: Fundamentos de Laboreo de Minas.

• Preparación

Consiste en construir el acceso al depósito y dividir el yacimiento en sectores y bloques; de forma previa a la explotación propiamente dicha. El acceso al yacimiento se realiza por:

- Túneles o cruzadas horizontales
- Pozos o galerías inclinadas
- Pozos verticales

Obras, actividades, aspectos:

A. Labores principales: constan de la elaboración de subniveles, diagonales, tambores, la perforación, la voladura, el cargue y transporte y la Entibación.

B. Prolongación de Instalaciones: se refiere a la construcción de tuberías, rieles y ventilación.

C. Transporte de Suministros: puede ser manual, cables, malacates o vagonetas.

• Arranque

El arranque es la remoción del estéril y la extracción del mineral de interés. Estas operaciones se pueden realizar en forma directa, mecánica o con explosivos. En la extracción del cuerpo mineralizado se debe evitar la contaminación del material de interés con el estéril.

Obras, actividades, aspectos:

A. Arranque: se realiza con pico y pala, Martillos neumáticos, por perforación y voladura, o por rozadoras.

B. Cargue y transporte dentro del tajo: se efectúa con pala y recipientes, por gravedad, por canales comunes, o por transportadoras blindadas.

C. Entibación: se utilizan maderas (canastas), palancas de fricción, o material de relleno.

• **Almacenamiento, cargue y transporte en galerías principales**

Se utilizan compuertas metálicas o de madera y tolvas que descargan el mineral o material almacenado temporalmente al medio de transporte por gravedad o por medio de alimentadores accionados por equipos mecánicos.

• **Almacenamiento fuera de la mina y transporte externo**

Hace referencia al sitio de disposición del material extraído de la mina, con el fin de ser vendido o almacenado para su posterior beneficio o uso.

Estas áreas deben estar diseñadas de acuerdo con el volumen de extracción, tiempo de almacenamiento y la calidad del material.

7. RESULTADOS DEL PTO

7.1. DISEÑO MINERO

La geometría del depósito aurífero está conformada por bloques tabulares llamados vetas, distribuidos irregularmente y con dimensiones variables, entre 60 cm y 100 cm de espesor.

Se estableció que toda el área posee reservas suficientes para la vida útil del proyecto. Actualmente se desarrollan labores de aprovechamiento del mineral, sin embargo se establecerá un cronograma de actividades de las labores de preparación y explotación, proyectado a treinta años.

7.1.1 Labores Actuales. En el área del Contrato de Concesión EBA-111 históricamente se han adelantado labores de desarrollo, preparación y explotación con ubicaciones y direcciones variables sin criterios técnicos definidos para su avance, generalmente siguiendo los filones y agujas donde se concentra la mayor cantidad de mineral aurífero.

Existen labores subterráneas sin un sistema de explotación bien definido, el arranque lo realizan ensanchando tambores y diagonales, siempre siguiendo el rumbo de los filones, sin tener en cuenta la importancia de preservar las labores de ventilación y manejo ambiental. La ubicación de las labores actuales es la siguiente:

TABLA 4. Características del Túnel 1

| TUNEL 1 | | | | |
|-------------|-----------|----------|----------------------|----------------------|
| COORDENADAS | | | DIRECCION Y LONGITUD | OBSERVACIONES |
| X | Y | Z | | |
| 1.315.122 | 1.126.015 | 3.136,43 | S43°E – 18m | |
| | | | S21°E – 20m | |
| | | | S9°E – 17m | Extracción al frente |

TABLA 5. Características del Túnel 2

| TUNEL 2 | | | | |
|-------------|-----------|---------|----------------------|----------------------|
| COORDENADAS | | | DIRECCION Y LONGITUD | OBSERVACIONES |
| X | Y | Z | | |
| 1.315.120 | 1.126.002 | 3125,15 | S55°E – 7m | |
| | | | S28°E – 5m | |
| | | | S51°E – 8m | |
| | | | S32°E – 12m | Extracción al frente |

La mina cuenta actualmente con un túnel de ventilación llamado “Bocaviento” que atraviesa toda la estructura, en dirección N62°E con inclinación aproximada de 40° y mide 40m que oxigena todos los cubículos de la estructura.

Las labores de extracción de material mineralizado se deben realizar atacando el bloque tabular de frente, a través de túneles inclinados que lleven hacia ellos. Al hacerlo de esa manera se aprovecha la mayor concentración de mineral, que se encuentra en el centro de los bloques tabulares, en los extremos también se encuentran concentraciones de mineral pero con mayor alteración.

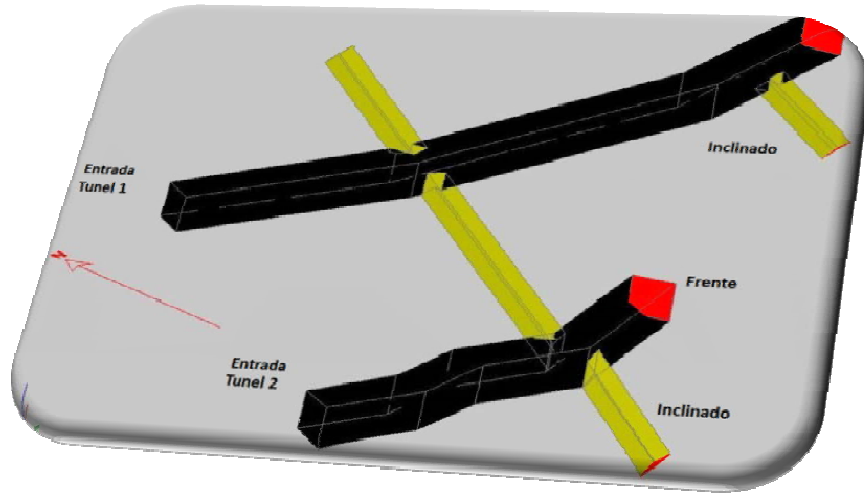


FIGURA 15. Modelo tridimensional de los túneles 1 y 2 del contrato de concesión EBA-111 (ACAD 2008). En amarillo los inclinados y en negro los túneles principales.

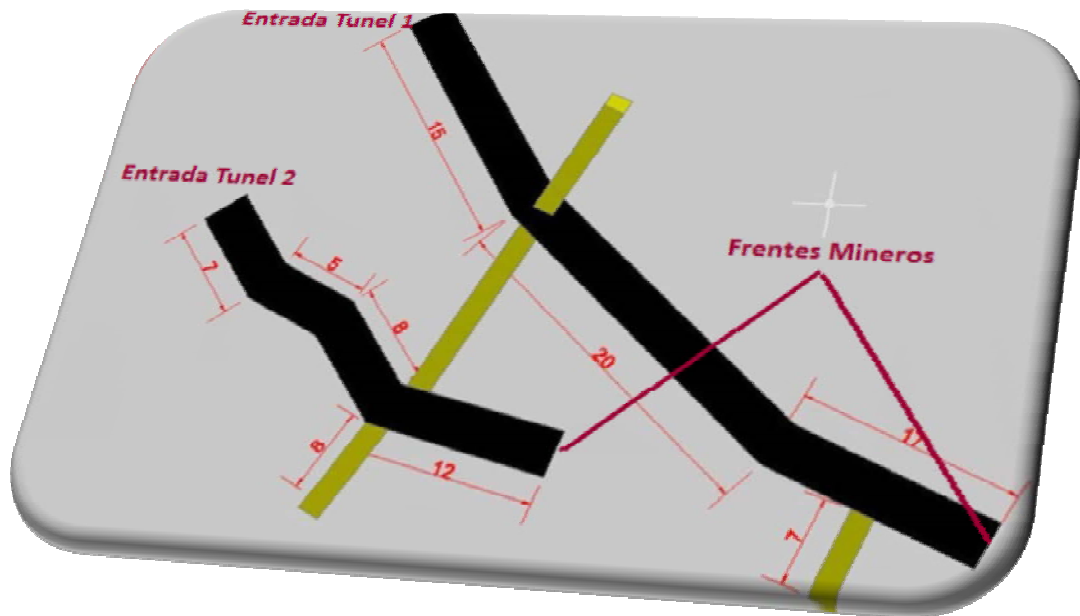


FIGURA 16. Vista en planta de los túneles 1 y 2 (ACAD 2008). En amarillo los inclinados y en negro los túneles principales

7.1.2 Dirección de las Vetas. Regionalmente el área posee direcciones de diaclasamiento de las rocas bien diferenciada, producidas por esfuerzos tectónicos que actúan en la zona desde el Triásico-Jurásico, y por donde posiblemente circularon los fluidos hidrotermales que formaron las mineralizaciones.

TABLA 6. Dirección de diaclasas en el Contrato EBA-111

| | RUMBO DE DIACLASAS | BUZAMIENTO DE DIACLASAS |
|-------------------|---------------------------|--------------------------------|
| BOCAMINA 1 | N67°W | 71°N-E |
| | N52°W | 46°N-E |
| | N40°W | 63°N-E |
| | N55°E | 35°N-W |
| | N41°E | 41°N-W |
| | N73°W | 76°N-E |
| BOCAMINA 2 | N40°W | 57°N-E |
| | N32°W | 52°N-E |
| | N58°W | 74°N-E |
| | N40°E | 27°N-W |
| | N33°E | 34°N-W |
| | N35°E | 58°N-W |

Predominan dos familias de diaclasas, con rumbos promedios de N52°W y N41°E y buzamientos promedios de 63°N-E y 39°N-W, que podrían ser direcciones a seguir para extraer el mineral.

7.1.3 Método de Explotación. El tipo de explotación de la mina Cáchira es subterráneo y se escogió el método de cámaras y pilares con ensanche de tambores, porque el rendimiento de este método es de un 80%.

Considerando globalmente los esfuerzos que se ejercen sobre un pilar, se han desarrollado varias teorías, de las cuales se aplicará en nuestros diseños la del área tributaria; en esta teoría se supone que cada pilar está cargado por el peso del terreno comprendido en un prisma ficticio cuya sección viene determinada por la geometría del pilar y que alcanza desde la superficie del terreno hasta la base del pilar.¹

Conociendo las características geomecánicas del macizo rocoso en estudio, así como los campos de esfuerzos y profundidad promedio de la explotación, se determinan las dimensiones de las cámaras y los pilares y el factor de seguridad requerido.

El esfuerzo promedio de compresión del pilar (τ_p) está dado por:

$$\tau_p = \delta \times h \times (1 + w_o/w_p)$$

Donde:

w_o = Ancho de cámara y W_p = Ancho del pilar

La relación w_o/w_p depende de la razón de explotación

$$\tau_p = C_p/Fs$$

Donde:

C_p = Resistencia a la compresión del material

Fs = Factor de seguridad entre 2 y 4

La razón de explotación (Ra) se obtiene por la siguiente expresión:

$$Ra = 1 - Fs \times \delta \times h/C_p$$

Fs = Factor de seguridad = 4

$$\delta = 2.87 \text{ t/m}^3, \quad h = 100 \text{ m}, \quad C_p = 120\text{MPa} = 460.60 \text{ Kgf/cm}^2$$

¹ ITGE, Mecánica de Rocas aplicada a la minería metálica subterránea. Pág. 275

Donde: Ra = 85.0%

Teniendo en cuenta las dimensiones que tendremos de bloques de explotación que son de 10 m. por 20 m. se espera que al finalizar la explotación de cada uno de estos sectores quede un pilar de 6m. x 10 m. y un área libre de 14m. x 10 m. que con la razón de explotación calculada cumple más que suficiente.

7.1.4 Justificación del Método.

Ventajas:

- Facilidad de implementación, dado que concuerda básicamente con las condiciones de laboreo que se han venido utilizando, en las cuales los respaldos se han comportado favorablemente.
- El rendimiento hombre / turno tiende a ser óptimo.
- La facilidad y conocimiento del método reducirá los costos de explotación debido a que su implementación no será tan compleja.
- El factor de seguridad aumenta debido a la preservación de machones de protección intermedios en las cámaras que optimizan la estabilidad de los bloques de explotación.
- En las labores de preparación el desagüe se hace por gravedad.
- La ventilación es buena y eficiente.
- Supervisión y avance de labores en condiciones de control y seguridad,
- Se puede manejar las presiones del techo y de las capas suprayacentes.
- Alta recuperación del yacimiento. (Mayor del 80%)
- El arranque se puede acondicionar a la demanda del oro y plata.
- Seguridad en los frentes de arranque.

Desventajas:

- Las pérdidas de caudal de aire son importantes debido al espacio creado por las cámaras vacías.
- Se requiere de una etapa extensa de preparación.
- Elevado consumo de madera para sostenimiento.

7.1.4 Cantidad de Material a Explotar, Vida Útil y Plan de Producción. La producción mínima proyectada en el planeamiento minero es de 720 toneladas anuales, Teniendo en cuenta las labores planteadas esta producción se podría aumentar hasta 4 o cinco veces, pero dependería de una inversión que se realizara en la compra de equipos de beneficio, modernización del transporte de mineral y un plan de manejo muy elaborado que permita la sostenibilidad de las labores sin afectar el entorno ambiental.

La producción actual es de 60 ton/mes y un tenor promedio de 6,67 gramos de Oro por tonelada (datos obtenidos de los titulares del Contrato de Concesión). Teniendo en cuenta las condiciones de la recuperación que en un 70% el oro se recupera en los barriles de amalgamación y el 30% por cianuración, La planta de beneficio existente, a pesar de sus condiciones muy artesanales recupera hasta un 60% del oro que se encuentra en el mineral.

7.2 CALCULO DE RESERVAS

Debido a que económicamente para la realización de este estudio es imposible llevar a cabo un plan de perforaciones que permitan obtener un cálculo de

reservas a profundidad, se estimarán las reservas mediante un método geométrico, que involucra el diseño (dimensiones) de las cámaras y su cantidad.

Área de una cámara (A1) = 12 m * 10 m = 120 m².

Área del pilar final (A2) = 60 m².

Área explotable de cada cámara (Af) = A1 – A2 = 60 m².

Altura de cada cámara (h) = 1,8 m

Volumen de cada cámara = (Af) * (h) = 108 m³.

Densidad = 2,87 Tn/ m³.

Cantidad de Roca = 309,96 Tn

Reservas = 309,96 Tn * 6,67 gr Au/Tn = 2.067,43 gr Au por cada cámara diseñada.

Si tenemos en cuenta que se diseñaron 55 cámaras el valor final de la reservas pare este sector será

Reservas sector total de explotación = 55 cámaras *2067,43 gr Au/ cámara

Reservas sector total de explotación = 113.708,826 gr AU

7.3 PLANEAMIENTO MINERO DE LAS LABORES SUBTERRANEAS

7.3.1 Labores Mineras de Desarrollo

Nivel principal: Se le llama al corredor principal de transporte, donde se transporta el mineral hacia la planta de beneficio. Debe tener un correcto mantenimiento de desagüe y sostenimiento. El entibado se realiza con puerta alemana de doble diente con altura 1,5 m para el mejoramiento proyectado será de 1,8 m.

7.3.2 Labores de Preparación Minera

Galerías: son las vías que siguen la mineralización por el rumbo y comunican con el nivel principal. Deben tener una pendiente de desagüe entre $1^\circ - 2^\circ$. Se deben construir con una separación de 20 m entre ellas, dividiendo el yacimiento en bloques y cada bloque estará limitado por dos galerías y el nivel principal. Las dimensiones de las galerías son iguales a las del nivel principal.

Tambores de explotación: Los tambores de explotación se realizarán entre las galerías, estos tambores se avanzarán a 90 grados en dirección hasta cortar con la siguiente galería (ver plano). Los tambores se construirán cada 10 m.

7.3.3 Labores De Explotación. Ensanche de tambores: una vez que el tambor de explotación ha comunicado las galerías se realizará un ensanche de estos, de manera tal que se aproveche la gravedad para el descargue del material. Los tambores se ensancharán 6 m, en el sentido de la explotación, lo que nos permite dejar una cámara ya explotada y los respectivos pilares.

7.3.3.1. Arranque. El arranque se realiza a través de trabajos de perforación y voladura. La perforación se lleva a cabo con martillos neumáticos, alimentados con un compresor con capacidad para dos martillos.

Teniendo en cuenta las características de Roca dura que presenta el filón que actualmente se está explotando, se tienen los siguientes consumos de explosivos para el avance de los túneles y el desarrollo de la explotación:

TABLA 7. Consumo de Explosivos (en función de la dureza de la Roca) Fuente IGME

| Área túnel (m ²) | Consumo de Explosivos en Kg por m ³ de Roca | | |
|------------------------------|--|-----------------|-----------|
| | ROCA SUAVE | ROCA INTERMEDIA | ROCA DURA |
| 1 - 5 | 1,2 - 1,6 | 1,8 - 2,3 | 2,6 - 3,2 |
| 5 - 10 | 0,9 - 1,2 | 1,4 - 1,8 | 2,0 - 2,6 |

Para nuestros túneles tomamos el promedio entre 2,6 y 3,2 Kg/m³, equivalente a 2,9 kg/m³ (promedio tomado de la tabla anterior)

La longitud y diámetro del barreno es de 0,032 m y 1,20 m respectivamente. El avance efectivo por experiencia es de un 90%, siendo el avance de 1,0 m. Se utiliza INDUGEL y el agente explosivo ANFO como explosivos.

Numero de barrenos (Nb): La cantidad de barrenos que se perforaran para la realización de la voladura en cada uno de los frentes de avances de las labores se calcula en función del área del túnel, con un área promedio de: 2,2 m. de ancho * 1,8 m. de alto = 3,96 m².

Nb= (3,96)^{1/2} * 10 = 19,89, aproximando serán 20 Barrenos por quema.

Estos barrenos se disponen en forma de grilla, y se disparan los barrenos del cuele central primero que el resto, formando de esta manera una cara libre de sección cilíndrica en todo el centro del área, después secuencialmente se disparan los otros barrenos.

Volumen de material arrancado por quema.

Se obtiene multiplicando la sección del túnel por la longitud efectiva de avance y por la densidad de la roca:

Volumen de roca arrancado por quema = $3,96\text{m}^2 * 1,0\text{m} = 3,96\text{m}^3$

Con un consumo de explosivos de $2,9 \text{ kg/m}^3$, tendremos que la cantidad de carga de explosivo es de: $3,96\text{m}^3 * 2,9 \text{ kg/m}^3 = 11,5 \text{ Kg de explosivos}$

Consumo de Explosivos y accesorios.

Para la realización del avance de 1 m diario en las labores de preparación, aproximadamente 1 m en las labores de explotación y 1 m. en las labores de desarrollo, se tendría un promedio de consumo de explosivo de 11,5 Kg por metro de avance por 3 metros de avance diarios.

Consumo diario de explosivos: $11,5 * 3 = 34,5 \text{ Kg. por día}$

Teniendo en cuenta que la carga de fondo será Indugel y la carga de columna Anfo, los consumos diarios son los siguientes: Indugel= 17,25 kg y Anfo= 17,25 Kg

El consumo mensual de cada uno de estos explosivos está en función de la cantidad de quemas que se realizan mensualmente, el promedio semanal de quemas es de 1 quema diaria durante 5 días de la semana, por 4 semanas al mes:

INDUGEL: $17,25 \text{ kg} * 5 * 4 = 345 \text{ Kg/ mes}$

ANFO: $17,25 \text{ kg} * 5 * 4 = 345 \text{ Kg/ mes}$

- ✚ Número de Barrenos totales: $20 * 3 = 60$ fulminante por día
- ✚ Consumo mensual de Fulminantes = $60 * 20 = 1.200$ fulminantes/mes
- ✚ De igual forma cada voladura de 20 barrenos consume 32 metros de mecha lenta (utilizando un promedio de 1,6 metros de mecha por barreno). Teniendo en cuenta que se realizaran 3 quemas por día el consumo de mecha estará

dado por: Metros de mecha por mes = 32 metros/quema * 3 quemas/día * 20 días/mes =1.920 mt/mes

TABLA 8. Consumos totales mensuales de Explosivos y Accesorios de Voladura

| | | |
|-------------|-------|------------|
| INDUGEL | 345 | Kilogramos |
| ANFO | 345 | Kilogramos |
| MECHA LENTA | 1.920 | Metros |
| FULMINANTES | 1.200 | Unidades |

Procedimiento para la Ejecución de la Voladura

- ✚ **Recortar las mechas de seguridad.** Primero las de los barrenos de franqueo y terminar con las de los barrenos de piso.
- ✚ **Cortar la mecha de seguridad.** Minar la pólvora negra en cada mecha para facilitar el encendido.
- ✚ **Encender las mechas de seguridad.** Impedir la entrada de personas al frente cerrando las vías de acceso para evitar el paso y encender las mechas de acuerdo al orden establecido y retirarse del frente a un sitio seguro

Normas de seguridad adicionales

- ✚ Determine la velocidad de la mecha de seguridad.
- ✚ Realice el corte de la mecha más conveniente para el encendido.
- ✚ No entre al frente quemado hasta verificar si hay ventilación.

- ✚ Si encuentra tiros fallidos comunique de inmediato a su jefe y cierre las entradas al frente.

7.3.3.2 Cargue y Transporte. El material extraído en la voladura es conducido en vagonetas hacia la superficie a través de rieles, con capacidad máxima de 1,2 toneladas.

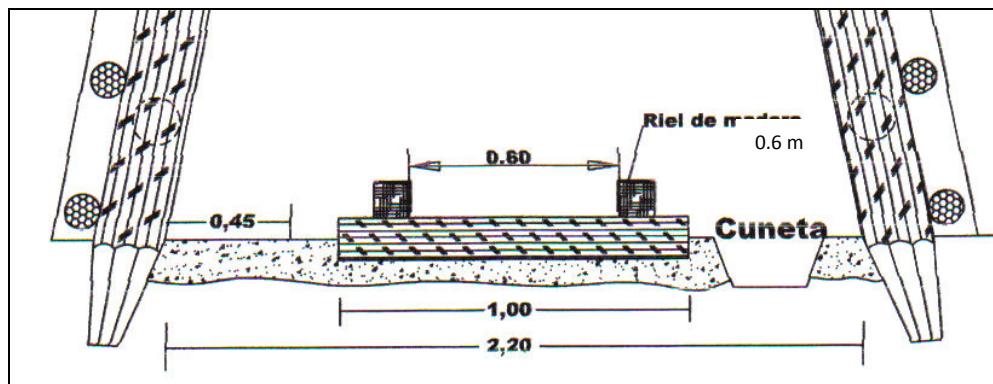


FIGURA 17. Configuración para poner la línea de riel en las vías de transporte de mineral.

El descargue del material se realizara a través de un sistema de volteo por gravedad.

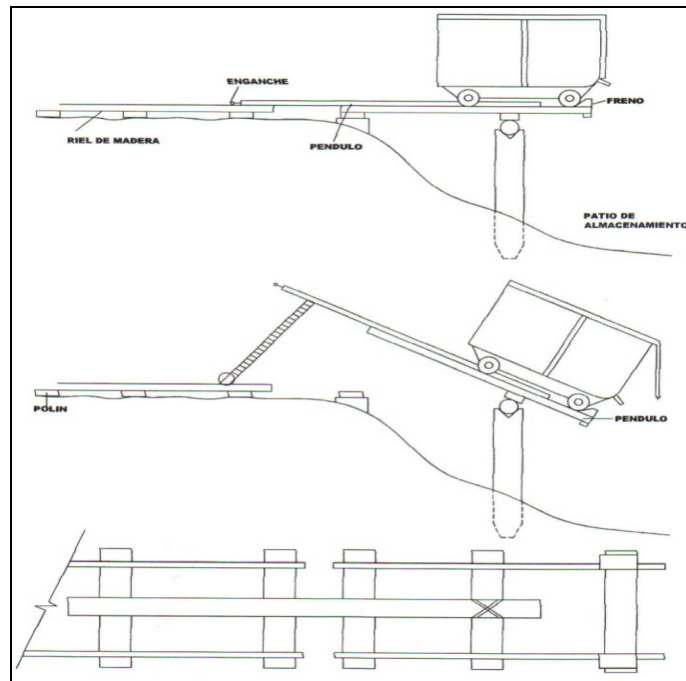


FIGURA 18. Sistema de Volteo.

7.4 LABORES DE BENEFICIO

Para la realización de este proceso los titulares cuentan con una planta de beneficio que se encuentra más o menos a 160 m del túnel 1, en las coordenadas:

X = 1'315.284

Y = 1'125.970

La planta de beneficio es un conjunto de equipos que hacen parte de un proceso industrial para la recuperación del oro y la plata que se encuentran en la roca, en compañía de otros minerales llamados sulfuros de hierro (pirita) y sulfuro de plomo (galena).

La Planta de beneficio cuenta con:

- ➡ Breque – canasta transportadora por polea desde la mina hasta la planta.

- ➔ Trituradora de mandíbulas
- ➔ Molino de bolas – capacidad: 35 Kg
- ➔ Canaletas conductoras
- ➔ Poso de material molido: 1.5 m³
- ➔ 2 Tanques agitadores – capacidad: 500 Kg c/u
- ➔ Aspas o hélices
- ➔ 2 Tinajas de lixiviación – Capacidad: 1.2 m³ c/u
- ➔ Tanques con solución de cianuro (reutilizable)
- ➔ Elementos de seguridad: - Guantes
- Mascaras protectoras



FIGURA 19. Barriles Amalgamadores



FIGURA 20. Tanques agitadores.



FIGURA 21. Tinas de cianuración

7.4.1 Proceso Actual. En el proceso actual de beneficio se identificaron las siguientes falencias:

- Carencia de la trituración primaria y secundaria, lo cual conlleva a una baja producción por parte del tipo de molienda utilizado en las plantas de beneficio existentes (Molino de pisones).
- Tamaño del mineral a la salida del molino (sobredimensionado).
- No se cuenta con un sistema de concentración gravimétrica para separación del material fino, existiendo el método de recuperar el oro suelto de tamaño grueso por medio de las mesas frente a la salida del molino.
- Ocurren pérdidas considerables de oro en el lodo, transportándolo dentro de la pulpa proveniente del lavado.
- El proceso de cianuración presenta una eficiencia bastante baja, obteniéndose un promedio de recuperación del 60%.
- Transporte de materia sólida en suspensión conjuntamente con partículas diminutas de mercurio a las afluentes de los ríos y quebradas

Para lograr una recuperación y mejoramiento más eficiente durante la fase de beneficio se recomienda:

7.4.1.1 Reducción de tamaño (trituración). Actualmente la trituración se hace manual, pero la infraestructura existente permite instalar una trituradora, para que esta sea operada solo en un periodo corto de tiempo. Sin embargo, la trituradora se sobre dimensiona para procesar en el día el mineral suficiente para alimentar los barriles amalgamadores.

7.4.1.2 Clasificación de Partículas. Las partículas de mineral provenientes de la molienda deben ser en lo posible lo más homogéneo en su tamaño, por lo cual debe procurarse que las mallas de clasificación a la salida de los molinos sean de buena calidad, para de ésta forma evitar que el material que pasa por la malla sea el máximo del tamaño, al cual pertenece la serie Tyler de tamaños.

7.4.1.3 Concentración de Minerales. La concentración primaria se hará por medio del canalón provisto de bayetas de lana utilizando un tejido adecuado que permita atrapar la mayor cantidad de oro libre de tamaño grueso. El canalón se ubica a la salida del molino, con dimensiones de 0.4 metros de ancho por 1.6 metros de longitud.

Para recuperar oro en partículas de menor tamaño se debe tener en cuenta la mesa concentradora, donde se realiza una clasificación en: concentrado, lodos y arenas para cianuración.

 **Características de la concentración por mesas vibratorias:**

- Capacidad: 2 t/h.
- Granulometría del material de entrada: < 0,6 mm.
- Agua de lavado: Debe regularse hasta que se forme una línea continua de sulfuros. La instalación y disponibilidad de agua debe ser mínimo para un caudal de 50 l/min.
- Características de la alimentación: 25% de sólidos en peso.
- Velocidad: 150 – 350 golpes por minuto.

- **Inclinación de la mesa:** La mesa debe permitir que se pueda variar de acuerdo al material a tratar. La superficie de la mesa debe tener mínimo 4 m x 2 m.

✚ **Patrón de Enrillado:** Los rifles deben decrecer hacia la salida del concentrado con el fin de dar oportunidad a la estratificación. El espaciamiento entre los rifles: ¼” a 2” con alturas de ¼” en su parte más profunda a cero junto a la salida. Se debe considerar la ventaja de instalar los rifles en diagonal.

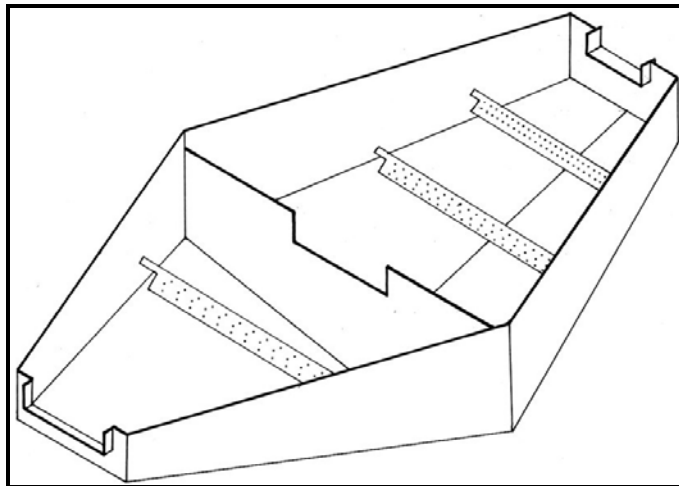
7.4.1.4 Extracción y Recuperación de Metales Preciosos. La separación de las partículas de oro libre se efectuará por amalgamación en barril amalgamador.

✚ **Amalgamación:** Se realizará el proceso en los barriles amalgamadores reduciendo el tiempo a 2 horas, adicionando reactivos que mantengan la tensión superficial del mercurio. La solución proveniente del lavado de los barriles debe ser conducida directamente al lavador de lodos. Para este proceso se debe tener en cuenta los siguientes parámetros.

- **Granulometría del mineral:** Los rangos de tamaños apropiados para ser recuperados por amalgamación están entre mallas *Tyler* 35 – 150.
- **Aditivos químicos:** Para combatir contaminantes orgánicos y evitar contaminación de mercurio por presencia de algunos sulfuros, se adiciona Hidróxido de Sodio (NaOH) o de Potasio (KOH) o Cal Hidratada $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- **Densidad de la pulpa:** En molinos amalgamadores es de 30 – 50% por peso de sólidos.

7.4.2 Tratamiento de Los Lodos. Este proceso debe realizarse por separación gravimétrica y se plantea implementar un sistema para lavado de lodos, con el objeto principal de aliviar la viscosidad de la pulpa con suficiente agua y depositar los sólidos más gruesos y material concentrado de más densidad, para luego ser recuperado del fondo del lavador y posteriormente ser sometido a cianuración por percolación. Los lodos restantes ya empobrecidos se pasan por el sedimentador para evitar ser transportado al cauce de la quebrada. Ver circuito en el diagrama de flujo.

El sistema de lavado puede hacerse con un equipo portátil, construido en lámina de acero corriente o construirlo en forma definitiva en cemento, las especificaciones se pueden ver en la figura a continuación.



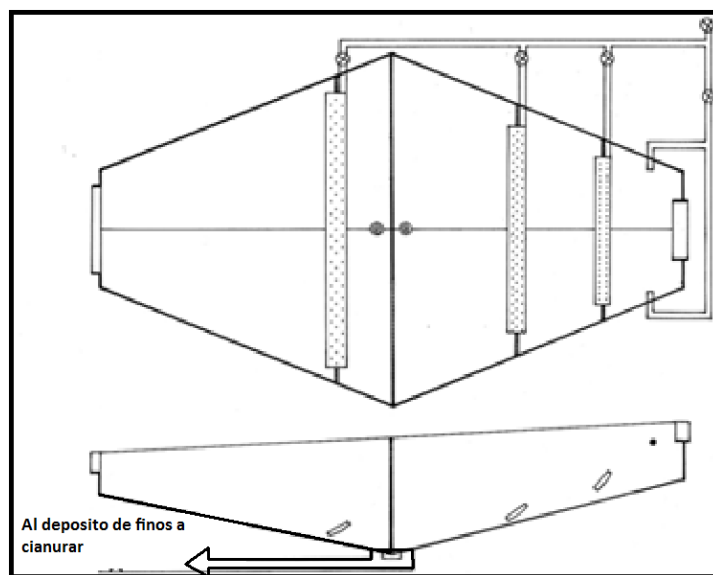


FIGURA 22. Lavador de lodos propuesto para complementar el beneficio

7.4.3 Cianuración. El sistema de cianuración por percolación se seguirá utilizando en las tinas existentes en las plantas del sector (Ver inventario de infraestructura), conservando las etapas del proceso tradicional pero incrementando el control de los reactivos utilizados y minimizando el consumo de cianuro disminuyendo gradualmente el grado de contaminación de las arenas impregnadas, de una manera acorde a las instrucciones dadas a continuación:

- **Determinación de sales solubles:** Se debe determinar mediante ensayos químicos el contenido de sales férricas, ferrosas, sales de cobre y sales de zinc, ya que estas aumentan el consumo excesivo de sales férricas, ferrosas, sales de cobre y sales de zinc. Si las arenas poseen sales se procede a cargar la tina con arenas y cal, si poseen muchas sales se debe lavar las arenas con agua a chorro.

- **Tratamientos previo:** Se debe procurar bombear la mayor cantidad de solución diariamente sobre las tinas y lograr contacto rápido y continuo con las arenas el promedio debe ser de 4 – 6 bombeos diarios. Se debe picar la arena todos los días con una pala y disgregar la capa de lodos que se forma en la superficie, logrando mejor filtración. La cantidad de agua en el pozo de solución debe ser de 100 litros / tn de arena.

- **Cuantificación de insumos en la cianuración**

| | | |
|--------------------------------------|-------------------|------------------------|
| Arenas normales sin sales | | 1 – 1,5 g/l |
| Arenas con contenido alto de Pirita. | | 2 – 3.0 g/l |
| Solución | 100 l/t x 1.5 g/l | en promedio 150 g CN/t |

En la práctica debido a los agentes cianicidas presentes en las arenas el consumo de cianuro por tonelada varia en promedio unas 5 veces más del teórico o sea 750 g de cianuro/tonelada.

El consumo de cal varía por el grado de acidez que contiene la arena, en promedio y de acuerdo a la experiencia se puede establecer aproximadamente un consumo de 3 kilos/tonelada de arena.

El zinc varía entre 3 y 5 kilos durante el proceso, por lo cual se consume en promedio 0.15 kg/t.

- **Control de pH y alcalinidad protectora:** Se debe medir el PH asegurándose que el resultado de una solución básica para comenzar a cianurar. Es importante determinar la presencia de alcalinidad protectora independiente del valor de pH de la solución, la alcalinidad protectora es un parámetro que requiere la solución y protege el cianuro de agentes

cianicidas y se determina de acuerdo a las instrucciones en el momento de medir la concentración de cianuro de la solución.

- **Tiempo de cianuración:** Se propone una disminución en el tiempo del proceso de cianuración por percolación a un periodo menor a los 15 días, realizando una prueba piloto cianurando durante 12 días, tiempo después se efectuará un análisis de los resultados y posteriormente se continuará cianurando otros 9 días hasta completar el periodo empleado.
- **Obtención del precipitado:** Se preservará el sistema de precipitación empleando viruta de zinc en las cajas de precipitación que se conservan actualmente. Para mejorar la actividad del zinc, la viruta se sumerge en una solución de acetato de plomo (10 gr / 5 Lt de agua) por espacio de 2 – 3 minutos antes de colocarlo en las cajas los 2 o 3 últimos días antes de sacar el precipitado no es necesario colocar Zinc.
- **Quema de precipitado:** Para quemar el precipitado, especialmente el que contiene demasiado Zinc, cuando esté seco se agregan pequeñas cantidades de sal de nitro (entre 50 – 150 gr) que ayuda a determinar si la quema se ha completado totalmente, así se obtendrá un precipitado reducido y fácil de fundir.
- **Análisis de contenido de oro durante el proceso y en el precipitado:** Tomando una muestra de zinc atacado por la precipitación (10 a 20 g), cuando la tina esté funcionando, se le añade ácido nítrico y calentándolo hasta obtener un polvillo negro (oro prácticamente puro), que determinara si se está obteniendo oro, se puede repetir esta prueba diariamente hasta que no se obtenga el polvillo, indicando que ya se puede recuperar el precipitado debido a que el proceso ha concluido.

El precipitado ya quemado, se obtiene una muestra de 20 gr, se lava con agua hirviendo y se purifica con ácido nítrico; el residuo se seca, sin embargo como el precipitado contiene arena y otras impurezas que no reaccionan con el ácido se pueden aislar con una pequeña cantidad de mercurio y luego se determina la cantidad de oro.

$$\text{Oro puro} = \frac{\text{Peso del precipitado} \times \text{peso oro purificado}}{\text{Peso de la muestra del precipitado}}$$

Esta prueba, determina con alguna precisión el oro puro que se debe sacar en la fundición.

Con los parámetros de optimización propuestos se espera un aumento en la eficiencia de la planta de beneficio hasta llegar a un 80%.

7.4.4 Fundición de Precipitados: La planta de beneficio aun no cuenta con instalaciones de fundición, por lo que el precipitado se lleva a plantas cercanas en la región.

Para un mayor aprovechamiento de los recursos se recomienda la construcción de instalaciones de fundición que cuenten con equipos de control de gases y los hornos con chimeneas para atrapar metales pesados.

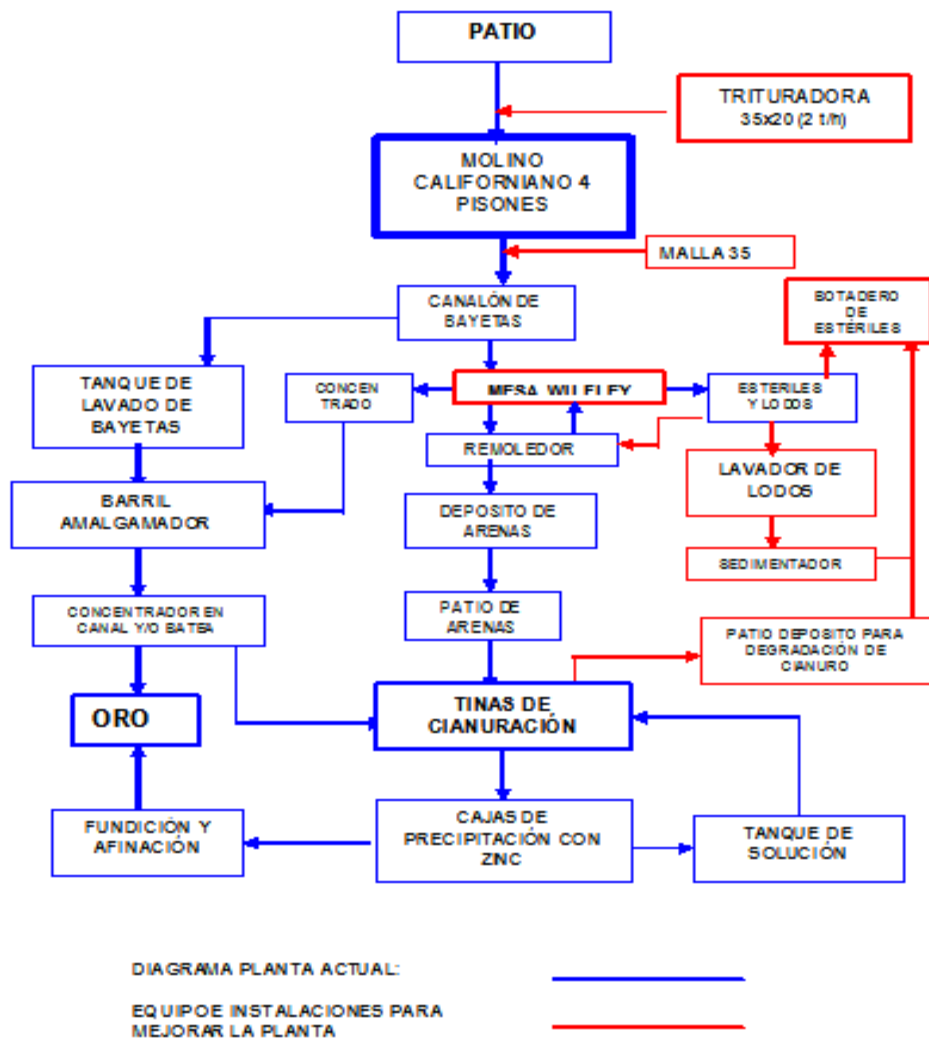


FIGURA 23. Diagrama de Planta de Beneficio Actual y con mejoras propuestas.

7.5 REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La relevancia ambiental de las actividades aumenta muchas veces a la par de su envergadura y del grado de dificultad de las distintas fases de procesamiento. Son evidentes los efectos ambientales de las plantas de procesamiento de minerales metálicos, por ser éstas un ejemplo representativo de la gama de posibles daños ecológicos. Lo que se trata es de minimizar los daños, así como realizar actividades de recuperación.

A continuaciones algunas conclusiones recomendaciones para reducir los impactos ambientales:

- La planta de beneficio queda ubicada en un sector rural, alejada del casco urbano, donde solo hay una casa del administrador de la mina, que se encuentra a 100 m lo que reduce el impacto auditivo, producido por la maquinaria.
- Para evitar las emisiones de partículas durante el transporte, trituración y molienda se debe cubrir la carga, rociarla con agua, o transportarla en contenedores cerrados. Se recomienda tener una constante limpieza de las instalaciones esto reduciría las emisiones de polvo.
- La demanda total de agua varía considerablemente, dependiendo de las características de la materia prima, así como de la naturaleza del yacimiento y de los procesos utilizados. Por lo que se recomienda tener un circuito hídrico cerrado, con el fin de que el agua sea reutilizable. A pesar de esto el consumo de agua limpia puede ser de 0,5 m³ a 1,5 m³ por tonelada de material en bruto.
- La pulpa del cianuro debe ser siempre alcalina para evitar el escape de ácido prúsico al aire.
- Para prevenir las dosis excesivas de reactivos y aditivos químicos, deben emplearse aparatos dosificadores, cuya operación debe vigilarse cuidadosamente.
- Dado el caso, se instalarán depósitos colectores impermeables y resistentes a productos químicos, sin orificio de desagüe, para captar de forma controlada cualquier sustancia perjudicial en caso de fugas, sobrellenos o accidentes. El volumen de captación debe ser tal que puedan retenerse las sustancias

derramadas hasta haber tomado medidas procedentes para superar la emergencia. Los depósitos de almacenamiento deben ser de doble pared y estar provistos de detectores de fugas y dispositivos de seguridad para prevenir el sobrellenado.

- Los residuos procedentes de la concentración del mineral contienen pequeñas cantidades de reactivos de flotación, productos químicos de lixiviación o densificadores, las cuales son vertidas en las lagunas de colas junto con los residuos. Esto significa que el agua de infiltración recogida en el desagüe de las lagunas debe analizarse antes de ser conducida nuevamente al circuito de agua de proceso, a fin de determinar su contenido en compuestos químicos empleados en el beneficio.
- Por supuesto se debe aplicar todas las contraindicaciones de los reactivos químicos usados para el proceso de beneficio.
- El material de las colas o material estéril junto con el material de los botaderos de extracción se puede utilizar como relleno de túneles o minas subterráneas.
- Nunca deben construirse grandes estanques de sedimentación sin haber estudiado minuciosamente las condiciones del lugar. Además de identificar exactamente los componentes físicos y químicos del material de desmonte, deberán analizarse particularmente las condiciones hidrogeológicas, así como las propiedades geológicas del suelo subyacente. La permeabilidad de los estratos y el régimen de drenaje natural son factores esenciales que influyen en la protección de las aguas subterráneas. En vista de que las lagunas de colas se utilizan durante varias décadas y están sujetas a ampliaciones, los planes de emergencia deben prever la rotura de diques causada por un exceso de precipitaciones.

7.6 SERVICIOS A LA MINA

7.6.1 Sostenimiento. En el túnel predomina el sostenimiento natural en algunos puntos se utiliza puerta alemana diente sencillo con atices en el techo y los costados, con distancia de 1 m entre puertas, se usa palanca cuadrada principalmente de grosor variable.

Se observa un deterioro en la madera producido principalmente por la antigüedad y el ambiente que se produce en la mina, por lo que se recomienda el cambio de maderas.

La constitución de la roca a pesar de ser bastante resistente, presenta fallas por la intensa fracturación, por lo cual se presentan zonas bastante inestables y condiciones de riesgos para el personal y mantenimiento difícil de las vías. Por lo que se recomienda cumplir con los parámetros de construcción de cámaras y pilares.

7.6.2 Ventilación. Actualmente la ventilación es natural y además cuenta con un túnel de ventilación llamado “Bocaviento” que atraviesa toda la estructura, en dirección N62°E con inclinación aproximada de 40° y mide 40m que oxigena todos los cubículos de la estructura.

- **Ventilación principal:** Para este caso se calcula un ventilador con las condiciones máximas que se presentan en la explotación. El circuito de ventilación se proyecta instalando un ventilador en boca mina de túnel 1 (primer nivel superior); este ventilador será aspirante y suplirá el caudal equivalente a las necesidades de toda la mina.

- Cálculo de caudal necesario.

$$Q_t = q_1 + q_2 + q_3 \quad \text{Donde:}$$

q_1 = Caudal de aire necesario para respiración del personal

q_2 = Caudal de aire necesario para evacuar polvos²

q_3 = Caudal de aire necesario para diluir gases por voladura³

$$q_1 = n * q$$

Donde:

n = Número máximo de trabajadores (En caso de encontrarse el personal de los turnos) =22 (corresponde al personal que se espera tener al aumentar la producción actual 4 veces)

q = Caudal requerido por persona = 3 m³/min.

Reemplazando en la ecuación:

$$q_1 = 66 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$q_2 = c * (S_d + S_p + S_e)$$

Donde:

c = Caudal necesario para remover contaminantes = 0,15 m³/min. por m² de sección

S_d = Sección en vía de desarrollo = 3,5 m²

S_p = Sección en vía de preparación = 3,5m²

S_e = Sección en vía de explotación = 30 m²

Reemplazando en la ecuación:

$$q_2 = 5,55 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$q_3 = (100 * a * A) / (0,008 * t)$$

² NOVISKY, Alejandro. Ventilación de minas Buenos Aires. 1980. Pág. 140—396.

³ Reglamento de seguridad en labores subterráneas. Decreto N° 1335 de 1987. Pág. 9

Donde:

a = Volumen de gases por kilogramo de explosivo = 0,040 m³/kg.

A = Cantidad de explosivo por voladura = 13,60 kg

t = Tiempo máximo de aireación después de la voladura = 30 min.

Por tanto:

q₃ = 340,0 m³/min.

De la ecuación de Q_t obtenemos el caudal necesario:

Q_t = 411,55 m³/min. = 7 m³/seg.

● **Cálculo de la depresión:** La depresión natural es la acción de los factores naturales que aparecen en la mina, cuya influencia ocasiona el flujo de aire en las excavaciones subterráneas. La depresión total de la mina se calcula para un circuito con dimensiones máximas en las labores de explotación de la mina, es decir para una etapa avanzada del proyecto.

Se determina basándose en las siguientes expresiones:

$$R = (K * P * L) / S^3$$

Donde:

R = Factor de resistencia en kg seg²/m⁸

K = Coeficiente de rozamiento aerodinámico de la vía = 0,005 kg seg²/m⁴

P = Perímetro de la vía en m

L = Longitud máxima de la labor en m

S = Área de la labor en m².

El valor de K debe ser corregido puesto que está dado para el nivel del mar. Esta corrección se efectúa mediante la relación:

$$Z = W_o / W_h$$

Donde:

Z = Corrección por altura

Wo = Peso específico del aire a la altura de la mina (kg./m³)

Wh = Peso específico del aire en condiciones normales = 1,1683 kg./m³

Se calcula el Wo a la altura de la mina mediante la siguiente expresión:

$$W_o = (0,455 * P_b) / (273^\circ + t)$$

Donde:

Pb = Presión barométrica en mm Hg

t = Temperatura promedio de 21,9°C

Para el cálculo de Pb a la altura de la mina, se aplica la siguiente ecuación:

$$P_b = 760 [1 - (0,0068 * h)/T]^{5,255}$$

Donde:

h = Altura de la mina sobre nivel del mar = 735,158 m.s.n.m.

T = Temperatura absoluta = 394,90 °R

Reemplazando en la ecuación:

$$P_b = 694,70 \text{ mm Hg}$$

Luego reemplazando en la ecuación de Wo y Z respectivamente se tiene:

$$W_o = 1,07 \text{ kg./m}^3$$

$$Z = 0,920$$

El factor de fricción K, asumido para todas las vías es de 0,005 kg seg²/m⁴, luego el valor de K afectado por Z es 0,0046 kg. seg²/m⁴.

TABLA 9. Valores de la resistencia para cada uno de los tramos de recorrido del aire.

| TRAMO | K (kg s ² /m ⁴) | L (m) | P (m) | S (m ²) | R (kg s ² /m ⁸) |
|-------------------------------|--|-------|-------|---------------------|--|
| Nivel principal de transporte | 0,0046 | 200 | 7,9 | 3,5 | 0,1695 |
| Galerías | 0,0046 | 300 | 7,9 | 3,5 | 0,2543 |
| Diagonales | 0,0046 | 42,0 | 7,3 | 3,33 | 0,0382 |
| Tambores | 0,0046 | 75 | 4,90 | 1,23 | 0,91 |
| TOTAL | | | | | 1,37 |

● **Cálculo de la depresión total:**

$$H_t = R_t * Q_t^2$$

Donde:

H_t = Depresión total en mm.C.A.

R_t = Factor de resistencia total = 1,37 kg seg²/ m⁸ + 25 % por pérdidas de choque
 = 1,71 kg. seg²/m⁸

Q_t = Caudal total necesario = 7,0 m³/seg.

Reemplazando: $H_t = 50,71$ mm.C.A.

● **Cálculo de la potencia del ventilador:**

$$P_e = (Q_t * H_t * f.s) / (102 * n)$$

Donde:

P_e = Potencia efectiva del ventilador en kw

f.s = Factor de seguridad = 1,5

n = Eficiencia = 75 %

Reemplazando en: $P_e = 6,96$ kw = 9,33 HP.

Para la ventilación principal se recomienda un ventilador aspirante, eléctrico entre 10 H.P y 15 H.P, de aletas graduables.

- Ventilación auxiliar.** Con esta ventilación se facilita el acceso del aire a frentes en avance o ciegos tales como de desarrollo, preparación y explotación. Los ventiladores toman la corriente de la red principal utilizando ductos plásticos, esta ventilación será del tipo soplante.

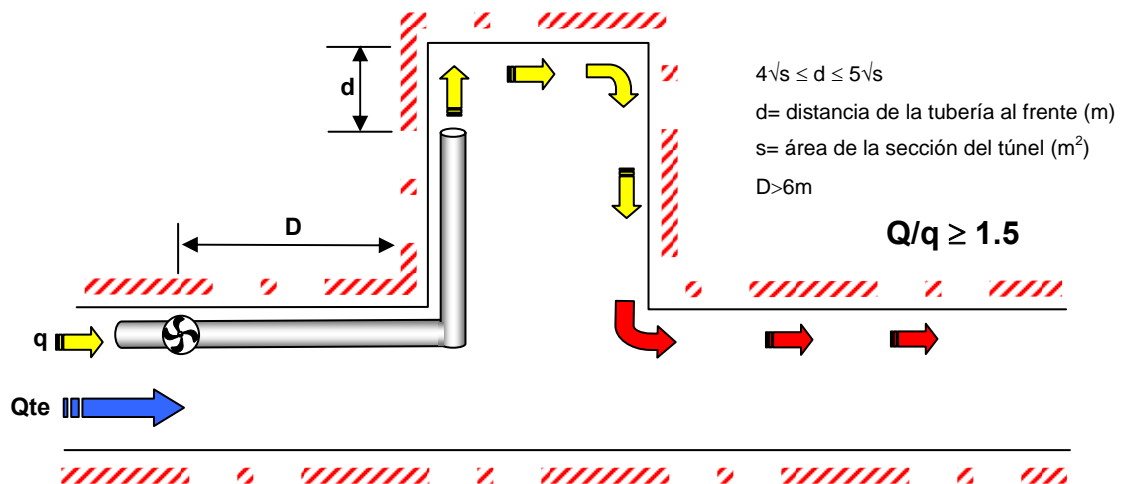


FIGURA 24. Diagrama de ventilación auxiliar soplante

El extremo del ducto de ventilación debe colocarse a una distancia (d) del frente a ventilar, se calcula con la expresión y su resultado se observa en la siguiente

Tabla: $4 * (S)^{1/2} \leq d \leq 5 * (S)^{1/2}$

d= distancia de la tubería del frente (m)

S= sección de la vía (m^2)

TABLA 10. Tabla de Distancia del extremo del ducto al frente a ventilar.

| Vía | S (m ²) | 4 * (S) ^{1/2} | d (m) | 5 * (S) ^{1/2} |
|-----------------|---------------------|------------------------|-------|------------------------|
| Nivel principal | 3,5 | 7,48 | 8,42 | 9,35 |
| Galerías | 3,5 | 7,48 | 8,42 | 9,35 |
| Tambores | 3,33 | 7,30 | 8,21 | 9,12 |

El caudal total necesario para estos frentes ciegos se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

- Cálculo del caudal requerido para el personal (Q1):

$$Q_1 = n * q$$

n = Número de trabajadores = 8 (se toma un número mayor al actual por seguridad)

q = Caudal de aire necesario por persona según el artículo 28 del Decreto No. 1335 de 1987 = 3 m³/ min.

$$Q_1 = 24,0 \text{ m}^3 / \text{min.}$$

- Caudal requerido para evacuar polvos (Q2):

$$Q_2 = c * Sd$$

C = Concentración admisible de gases nitrosos = 0,0005 %

T = Tiempo de aireación = 30 min.

V = Volumen de gases por voladura = L * S

S = Sección transversal de la vía = 3,5 m²

L = Distancia a la que son expulsados los gases de la explosión

L = 15 + A/5 Según Skchinsky

Donde:

A = Cantidad máxima de explosivos por voladura = 13,60 Kg

Por tanto se tiene:

$$L = 17,72 \text{ m}$$

Luego se tiene que:

$$V = 62,02 \text{ m}^3$$

La concentración de gases en el sitio de la voladura está dada por la expresión:

$$C_g = 100 * A * B/V$$

B = Gases producidos por kilogramos de explosivos = 0,04 m³ /kg.

$$C_g = 0,88 \%$$

Reemplazando en la ecuación:

$$Q_3 = 15,44 \text{ m}^3 / \text{min.}$$

- El caudal total necesario está dada por la expresión:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_t = 39,97 \text{ m}^3 / \text{min.} = 0,85 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Para una tubería de 16" (400 mm), se calcula la depresión producida por la velocidad (H_v).

$$H_v = v^2 * (W_o / 2g)$$

Donde:

H_v = Depresión producida por la velocidad (mm.c.a)

v = Velocidad del aire en el ducto (m/seg.) = 4,49 m/seg.

W_o = Peso específico del aire en condiciones normales = 1,20 kg./m³

g = gravedad específica = 9,8 m/seg²

A = Área del ducto = 0,125 m²

Reemplazando en la ecuación de H_v:

$$H_v = 1,23 \text{ mm.c.a}$$

- Las pérdidas por fricción (H_f) en la tubería, se obtienen del ábaco de pérdidas por fricción para ductos de ventilación.

Luego con los valores de:

$Q_t = \text{Caudal total} = 39,97 \text{ m}^3 / \text{min.}$

$\phi = \text{Diámetro del ducto} = 16'' (400 \text{ mm})$

Se tiene las pérdidas por fricción:

$H_f = 11 \text{ mm.c.a.}$, por cada 100 m de tubería ahora para 200 m de tubería $H_f = 22,0 \text{ mm.c.a.}$

- La depresión total está dada por la expresión:

$H_t = H_v + H_f = 23,23 \text{ mm.c.a.}$

- Cálculo de la potencia del ventilador está dada por la expresión:

$P_u = [(Q_t * H_t * F_s) / 102 * \eta]$

Donde:

$\eta = \text{Eficiencia del ventilador} = 75 \%$

$F.S = \text{Factor de seguridad} = 4$

$Q_t = \text{Caudal total de aire necesario} = 0,666 \text{ m}^3 / \text{seg.}$

Se recomienda un ventilador auxiliar soplante para los frentes ciegos de desarrollo y preparación con una potencia de $P_v = 1,0 \text{ kw} = 1,5 \text{ HP.}$

7.6.3 Desagüe. Los túneles se avanzaron con una pendiente positiva para el desagüe natural.

7.6.4 Iluminación. El alumbrado individual se realiza con velas o lámparas eléctricas comunes. El alumbrado de la labor minera se hace con tendido eléctrico y lámparas de 100 W.

7.6.5 Polvorín. El polvorín debe cumplir con todas las especificaciones técnicas de la industria militar y las normas de seguridad (Decreto 1335 de 1987). El polvorín se debe construir en cemento y con divisiones apropiadas, tiene que ubicarse mínimo a 200 metros de la bocamina y con una señalización adecuada y con vigilancia las 24 horas del día, éste se utilizara para el almacenamiento de explosivos y accesorios; al polvorín solo ingresará el dinamitero y se seguirá lo establecido en el Decreto 2222 de 1.993 sobre manipulación de explosivos.

Para el almacenamiento de los explosivos es conveniente hacer una distribución de habitaciones que permita almacenar por separado los diferentes componentes utilizados para la voladura, en los anexos se encuentra el Plano del polvorín y muestra la distribución del almacenamiento de explosivos dentro del polvorín; un cuarto para guardar las cajas de Indugel, éstas se tienen que colocar sobre una estiba (base de madera) y formar arrumes.

Se obliga a dejar calles de 0.6 metros entre estibas para el tránsito de personal y la circulación de aire. Un segundo cuarto para las espoletas, el cordón detonante y la mecha de seguridad, estos accesorios se acomodarán sobre repisas en madera y separados entre sí; un tercer cuarto donde se instalarán otros insumos y herramientas necesarios para la ejecución de las quemas.

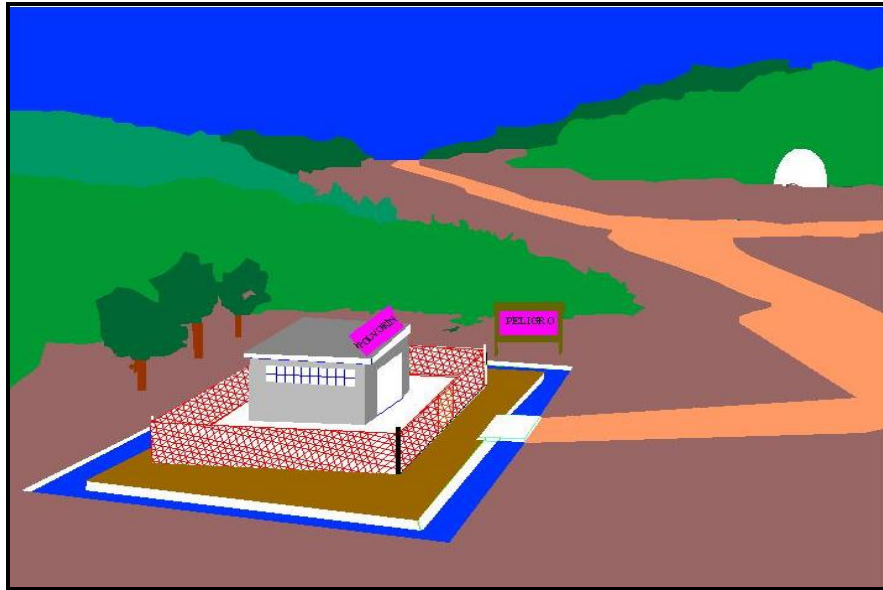


FIGURA 25. Ubicación del Polvorín en superficie

El polvorín debe tener una muy buena ventilación de tal manera que no exista humedad ni altas temperaturas que puedan ocasionar un accidente.

7.6.6 Señalización. La mina no cuenta con sistemas de señalización, se programara la ubicación de todas las señales necesarias. No se tienen señalizados los diferentes sectores de trabajo (sitios de explotación, cargue y planta de beneficio), por lo cual los titulares deben realizar estas señalizaciones por medio de señales visibles y con sus respectivos colores de seguridad. Algunas definiciones generales son:

- **Color de Seguridad:** A los fines de la seguridad color de características específicas al que se le asigna un significado definido.
- **Símbolo de Seguridad:** Representación gráfica que se utiliza en las señales de seguridad.
- **Señal de Seguridad:** Aquella que, mediante la combinación de una forma geométrica, de un color y de un símbolo, da una indicación concreta

relacionada con la seguridad. La señal de seguridad puede incluir un texto (palabras, letras o cifras) destinado a aclarar sus significado y alcance.

Aplicación de los colores: La aplicación de los colores de seguridad se hace directamente sobre los objetos, partes de edificios, elementos de máquinas, equipos o dispositivos, los colores aplicables son los siguientes:

TABLA 11. Aplicación de los colores de seguridad

| Color | Significado | Aplicación | Formato y color de la señal |
|-----------------|---|---|--|
| Rojo | Pararse Prohibición Elementos contra incendio | - Señales de detención - Dispositivos de parada de emergencia - Señales de prohibición | Corona circular con una barra transversal superpuesta al símbolo |
| Amarillo | Precaución | Indicación de riesgos (incendio, explosión, radiación ionizante) | Triángulo de contorno negro |
| | Advertencia | Indicación de desniveles, pasos bajos, obstáculos, etc. | Banda de amarillo combinado con bandas de color negro |
| Verde | Condición segura Señal informativa | - Indicación de rutas de escape. - Salida de emergencia. - Estación de rescate o de Primeros Auxilios, etc. | Cuadrado o rectángulo sin contorno |
| Azul | Obligatoriedad | Obligatoriedad de usar equipos de protección personal | Círculo de color azul sin contorno |

La forma y dimensiones de las señales de seguridad verlas en el anexo.

7.6.7 Instalaciones Eléctricas. En la planta de beneficio se utiliza acometida eléctrica rural para la maquinaria, además del alumbrado en los frentes de trabajo bajo tierra.

El alumbrado individual será con lámparas eléctricas de seguridad. El mantenimiento de estas lámparas es esencial para su rendimiento y duración, por tal razón se deben colocar en un recinto especial ubicado en superficie, con personal idóneo para el cargue y mantenimiento general.

La tensión minera de las instalaciones eléctricas bajo tierra debe ser de 110 voltios, los cables e instalaciones eléctricas deben ser aislados correctamente y protegidos en sus uniones por medio de cajas de conexión u otros medios como controladores térmicos e interruptores, dichas instalaciones deben mantenerse en constante vigilancia y supervisión y mantenimiento continuo efectuado por personal calificado. Igualmente protección para sobre tensión y cortocircuitos.

7.8 SEGURIDAD E HIGIENE MINERA.

La organización minera debe contar con un plan de salvamento minero en el cual se deben estipular todos los pasos a seguir en el evento de la ocurrencia de una emergencia de cualquier tipo, contando con el apoyo de la estación de apoyo y salvamento minero más cercana, además deberá contar con un plan vial actualizado con las diferentes opciones de acceso a la zona y el estado de las mismas.

Normas Preventivas.

Es esencial la capacitación del personal sobre los riesgos y peligros que puede correr y sobre las normas de prevención que debe seguir para realizar su labor en forma segura. Para esto es necesario contar con el manual de Salvamento Minero de Ingeominas.

Las máquinas eléctricas, al igual que las instalaciones deben estar provistas de una conexión a tierra, también se prohíbe sujetar a cualquier objeto de las cuerdas que conducen el flujo, al igual que de instalaciones y aparatos.

Las vías por donde circula personal deben estar dotadas de nichos o refugios salvavidas con capacidad mínima de dos personas, las labores por donde transita el personal se deben mantener libres de obstáculos y en buen estado de limpieza.

Condiciones de seguridad Laboral

Se tendrá en cuenta el bienestar de los trabajadores, de acuerdo a los reglamentos que existen por parte de las instituciones que velan por la seguridad en el trabajo (ISS, EPS y Ministerio de Trabajo).

Salvamento Minero

La empresa minera debe contar con un plan de salvamento minero en el cual se deben estipular todos los pasos a seguir en el evento de la ocurrencia de una emergencia de cualquier tipo, contando con el soporte de la Estación de apoyo y salvamento minero más cercana, además deberá contar con un plan vial actualizado con las diferentes opciones de acceso a la zona y el estado de las mismas de igual manera que las recomendaciones e instrucciones técnicas para solucionar los problemas puntuales de seguridad que particularmente se puedan presentar y así evitar al máximo la accidentalidad.

Maquinaria y equipo

Es relevante disponer de los recursos económicos, humanos y de infraestructura necesarios para la realización del mantenimiento global de la maquinaria, herramientas y demás elementos de dotación.

Todo lo referente a seguridad e higiene minera está estipulado en el Capítulo VI, Título X, y Capítulo III, Título XII, Decreto 1335 de 1987. Reglamento de Seguridad en las labores subterráneas.

7.9 PERSONAL

Las labores mineras proyectadas contemplan que se labore en un turno, de 7:00 a.m. - 12:00 m. descargue y transporte y de 1:00 p.m. – 5:00 p.m. perforación y voladura; de lunes a viernes, obteniendo un promedio mensual de 20 días laborados para una producción mensual de 60 toneladas de roca explotada, es decir 3 toneladas/día.

TABLA 12. Personal.

| TURNO | ACTIVIDAD | H T | OBSERVACIONES |
|-------|-----------------------|----------|--|
| 1 | Arranque y cargue | 4 | Trabajan en voladura y cargue de vagonetas |
| | Transporte | 2 | Mueven la vagoneta y accionan el breke de transporte del material hacia la zona de beneficio |
| | Planta de beneficio | 1 | Vela por el trabajo continuado de la planta de beneficio |
| | TOTAL PERSONAL | 7 | |

TABLA 13. Actividades y Rendimientos Diarios.

| TURNO | ACTIVIDAD | H T | RENDIMIENTO | OBSERVACIONES |
|-------|---------------------|----------|-------------------|-------------------|
| 1 | Arranque y Cargue | 4 | 0,75 Tn/H.T | Voladura y cargue |
| | Transporte | 2 | 1,5 Tn/H.T | Vagonetas y breke |
| | Planta de beneficio | 1 | 3 Tn/H.T | Procesa la roca |
| | TOTAL PERSONAL | 7 | | |
| | RENDIMIENTO | 7 | 0,42 Tn/HT | |

7.10 EVALUACIÓN FINANCIERA

La siguiente es la evaluación financiera del proyecto minero de explotación y beneficio de Oro y Plata del contrato único de concesión EBA-111.

7.10.1 Inversiones

A continuación presentamos todas las inversiones, incluyendo los activos que ya poseen los titulares del contrato de Concesión. Dentro de estos no se incluyen inversiones diferidas como: estudios técnicos, gastos de instalación y montaje, etc. Puesto que ya se realizaron.

TABLA 14. Inversiones del Proyecto

| INVERSIONES | VALOR (\$) |
|---------------------|----------------------|
| TERRENOS | 80'000.000 |
| EDIFICACIONES | 20'000.000 |
| PLANTA DE BENEFICIO | 40'000.000 |
| T O T A L | \$140'000.000 |

7.10.2 Costos

A continuación se presentan los costos directos e indirectos en que se incurre en el proceso de explotación, y beneficio de los minerales de oro y Plata. Los costos calculados están basados en el planeamiento minero, el cual propone una producción mensual mínima de 60 Tn/mes y trabajando los 12 meses al año 720 Tn/año de material rocoso para una producción promedio de 300 gr/mes de Oro y 500 gr/mes de plata.

7.10.2.1 Costos Directos

Mano de Obra Directa

Para la extracción y beneficio, se requiere de la siguiente planta de personal. Estos costos están calculados para los doce meses de trabajo al año, los cuales incluyen salario básico más todas las prestaciones de Ley.

TABLA 15. Mano de Obra Directa

| CARGO | SUELDO MENSUAL | PRESTACIONES MENSUALES | SUELDOS MENSUALES | SUELDOS ANUALES |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| PERSONAL EN EXPLOTACION (4) | 1.846.000 | 409.812 | 2.255.812 | 27.069.744 |
| PERSONAL EN TRANSPORTE (2) | 923.000 | 204.906 | 1.127.906 | 13.534.872 |
| PERSONAL EN PLANTA (1) | 461.500 | 102.453 | 563.953 | 6.767.436 |
| T O T A L E S | 3.230.500 | 717.171 | 3.947.671 | 47.372.052 |

Insumos

TABLA 16. Costos de Insumos de Explotación y Beneficio

| INSUMOS | Cantidad/mes | Valor Mes | Valor Año |
|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Energía eléctrica | 200 KW | 75.000,00 | 900.000,00 |
| Mantenimientos | 1,00 | 2.500.000,00 | 30.000.000,00 |
| Dotación | 5,00 | 120.000,00 | 1.440.000,00 |
| Viruta de zinc | 30 kg | 510.000,00 | 6.120.000,00 |
| cianuro | 75 kg | 600.000,00 | 7.200.000,00 |
| explosivos | 1,5 cajas | 1.000.000,00 | 12.000.000,00 |
| Herramientas | 5,00 | 180.000,00 | 2.160.000,00 |
| Otros | | 200.000,00 | 2.400.000,00 |
| TOTAL | | 5.185.000,00 | 62.220.000,00 |

7.10.2.2. Costos Indirectos

Costos de Recuperación Morfológica y Paisajística

Este rubro corresponde a las labores de recuperación morfológica que se deben realizar conforme se vayan abandonando los sectores de explotación, como esto ocurrirá solo al finalizar el periodo de explotación es decir dentro de 30 años se dispondrá de una cantidad mensual de \$ 200.000 pesos, para su realización.

Regalías

De acuerdo a lo establecido por el ministerio de minas y energía en el decreto 145 de 1995 se deben pagar regalías por la explotación de materiales a los municipios. Este valor se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V = C * P * R$$

Donde,

V= es el valor a pagar

C= cantidad explotada

P= precios base de liquidación fijado por el ministerio

R= Porcentaje regalía fijado por el ministerio (para el caso de oro y plata es el 4%).

Tomando como base el valor de regalías para el tercer trimestre de 2008 tenemos:

TABLA 17. Regalías

| PERIODO | CANTIDAD | PRECIO BASE | REGALIA | %REGALIA | TOTAL |
|----------------|----------|-------------|---------|----------|-------------------|
| III-2008 ORO | 300,00 | 40.760,94 | 4 | 0,04 | 489.131,28 |
| III-2008 PLATA | 500,00 | 759,52 | 4 | 0,04 | 15.190,40 |
| TOTAL | | | | | 504.321,68 |

V= 504.321,68 pesos mensuales

Los precios base de liquidación están consignados para el año en curso en la resolución de la UPME unidad de planeación minero energética.

7.10.2.3 Costos Operacionales

En este rubro tendremos en cuenta el sueldo del administrador, los honorarios del asesor minero (geólogo o ingeniero de minas) y los gastos de papelería y transporte en el cual se incurren para el buen funcionamiento de la empresa.

TABLA 18. Costos Operacionales.

| NOMBRE DEL CARGO | SUELDO MENSUAL | PRESTACIONES MENSUALES | SUELDOS MENSUALES | SUELDOS ANUALES |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|
| GERENTE | 600.000,00 | 133.200,00 | 733.200,00 | 8.798.400,00 |
| GEOLOGO O ING. DE MINAS | 250.000,00 | 55.500,00 | 305.500,00 | 3.666.000,00 |
| DESPLAZAMIENTOS | 100.000,00 | 22.200,00 | 122.200,00 | 1.466.400,00 |
| PAPELERIA | 50.000,00 | 11.100,00 | 61.100,00 | 733.200,00 |
| TOTALES | 1.000.000,00 | 222.000,00 | 1.222.000,00 | 14.664.000,00 |

TABLA 19. Resumen costos de explotación, beneficio y funcionamiento

| ITEM | VALOR MES (\$) | VALOR AÑO (\$) |
|---|----------------------|-----------------------|
| Mano de Obra directa | 3.947.671,00 | 47.372.052,00 |
| insumos de explotación y beneficio | 5.185.000,00 | 62.220.000,00 |
| Regalias | 504.321,68 | 6.051.860,16 |
| Recuperación Morfológica y Paisajística | 250.000,00 | 3.000.000,00 |
| Costos Administrativos | 1.222.000,00 | 14.664.000,00 |
| TOTAL | 11.108.992,68 | 133.307.912,16 |

7.10.3 Flujo de Caja

7.10.3.1 Parámetros para la Evaluación Financiera del Proyecto.

Los siguientes son los parámetros básicos que influyen en el flujo de efectivo durante la ejecución del proyecto propuesto de explotación y beneficio de Oro y Plata en el Contrato de concesión EBA-111.

7.10.3.2 Vida Útil del Proyecto y Cantidad de Producción.

De acuerdo a los términos de referencia la vida útil debe ser de treinta (30) años. Inicialmente la producción será de 300gr/mes de Oro y 500 gr/mes de Plata.

Todas las proyecciones económicas a 30 años verlas en el anexo.

7.10.3.3 Evolución de la Inflación del País. (IPC e IPP). En el año 2008 debido a fuertes caídas en las economías mundiales y al alza de los precios de los alimentos la inflación bordea ya el 7,5%. Por último el banco de la república prevé una inflación del 5 % para el año 2009. Con base en este comportamiento plantearemos la evolución de precios tanto de insumos como de precios al consumidor de los productos de la empresa en un 6 % de variación anual, un punto por encima de las predicciones del Banco de la República.

7.10.3.4 Capital de Trabajo. (\$). No se considera necesario la inversión de capital de trabajo en el presente proyecto ya que se trata de una operación continua y de tiempo atrás que simplemente aumentará sus rendimientos.

7.10.3.5 Ingresos. Se consideran como ingresos los dineros recibidos por la venta de material explotado, y beneficiado.

A precios de hoy el gramo de oro vale \$58.000, mientras que el de plata \$ 600.

7.10.3.6. Impuestos. Se calcula una tasa del 37 % sobre la utilidad anual para el año 2.009 y para los siguientes años.

7.10.3.7 Proyección de Costos del Proyecto. Bajo los mismos criterios expresados y teniendo en cuenta una inflación del 6% anual y con una producción año tras año presupuestado, se tienen los costos teniendo en cuenta volúmenes de ventas, gastos fijos y gastos variables. TABLA N° 20.

7.10.3.8. Valores del Estado de Resultados. Con base en los datos consignados anteriormente y asumiendo que el producto final es vendido y pagado dentro del mismo periodo en el que se producen tendremos los valores de la TABLA N° 21.

7.10.3.9 Valores del Flujo de Caja del Proyecto. Con base en los datos consignados anteriormente y asumiendo que el producto final es vendido y pagado dentro del mismo periodo en el que se producen tendremos los resultados de la Tabla N° 22.

7.10.4 Valor Presente Neto (Vpn) Del Proyecto. Es el valor presente neto o valor neto actual de una inversión a partir de flujos de caja considerados como pagos e ingresos, con una tasa de oportunidad dada durante la vida del proyecto. Si es positivo, se acepta la inversión, si es igual a cero, es indiferente y si es negativo se rechaza la inversión.

7.10.4.1 VPN Ingresos. Compara a todos los ingresos en un solo momento de tiempo, por convención se acepta que este sea el momento cero, aunque podría ser cualquiera, incluso el último momento de la evaluación. Para el proyecto el total de ingresos durante el primer año será de 212'400.000 millones de pesos.

7.10.4.2 VPN Egresos. Estos corresponden a los costos de extracción, beneficio, regalías, intereses, abono de capital, impuestos. Se debe tener en cuenta que si el indicador es cero, el inversionista gana lo justo lo que quería ganar, si es positivo, muestra que gana más de lo que quería ganar, pero si es negativo, no indica una pérdida, sino cuanto falta para que el inversionista ganara todo lo que quería. Para el proyecto el total de egresos durante el primer año será de \$ 162'571.985 millones de pesos.

7.10.4.3 Relación Beneficio/Costo: $R= B/C$ es igual a VPN de ingresos/ VPN de egresos.

TABLA 20. Relación Beneficio/Costo

| | |
|---------------------------------------|----------------|
| Valor presente de los ingresos | \$ 212'400.000 |
| Valor presente de los egresos | \$ 162'571.985 |
| RESULTADO | \$1,30 |

7.11 PLAN DE RECUPERACIÓN GEOMORFOLOGICA Y PAISAJISTICA.

Las actividades de explotación y beneficio constituyen un uso temporal de los terrenos, con periodos de ocupación que con frecuencia no superan los 30 años.

Para el caso particular del contrato EBA-111 dadas las características específicas de la explotación, la posibilidad de que el terreno alterado vuelva a ser igual o similar al original son casi del 100% ya que al realizarse la explotación mediante labores subterráneas estas se mimetizan en el terreno.

Cuando se abandone definitivamente la explotación con el fin de mejorar las condiciones paisajísticas se procederá a conservar y a facilitar una regeneración natural de la vegetación nativa de la zona.

Adicionalmente se plantea un plan de Compensación que se trata principalmente en conservar y realizar un programa de reforestación con especies nativas en aquellas áreas que no serán intervenidas y que no tengan una buena cobertura vegetal, los que a la vez en el futuro se convertirá en el hábitat protector de la fauna existente.

Para el modelado de los materiales extraídos, las exigencias técnicas ambientales han hecho que se establezcan unos criterios básicos aprovechando en lo posible las características fisiográficas donde se asentará el centro de acopio la cual es un terreno plano, disminuir el impacto visual ejercido por estas estructuras:

- ➔ Se dispondrá en una masa alargada y de poca altura ya que el ojo percibe más las dimensiones verticales que las horizontales.
- ➔ Se debe evitar que la altura de la escombrera sobrepase la cota altitudinal del entorno para que así no destaque en la línea del horizonte.
- ➔ Se diseñarán líneas curvas ya que la zona es de superficie plana, introduciendo una visual menor que las líneas y cortes rectos sobre superficies planas que no hacen sino acentuar formas y volúmenes.
- ➔ En general habrá que evitar dejar aristas y superficies planas que manifiesten artificialidad y redondear taludes en planta y en alzado para conseguir una apariencia más visual.

7.12 PLAN DE CIERRE Y ABANDONO DE LABORES MINERAS

Las medidas tomadas para el cierre y abandono reducirán la degradación, y se proponen actividades para la recuperación de los elementos ambientales afectados durante y después del proceso minero.

Entre estas actividades se cuenta la limpieza y reconformación geomorfológica y paisajística del área utilizada y la implementación de un Plan de compensación que se describió anteriormente.

Como acción preventiva de subsidencia se hará un relleno de las galerías y cámaras con escombros y colas de mineral, esto en la medida que se vaya agotando cada galería.

Una vez se finalicen las labores de explotación toda la maquinaria será retirada definitivamente del área y los lotes que fueron dedicados para esta labor serán reforestados mediante la implantación de especies idóneas que permitan un mejor comportamiento y desarrollo, que tenga como fin la restauración paisajística y que a la vez se pueda aprovechar como un recurso maderero, cumpliendo con el objeto de recuperar los terrenos afectados por la minería mediante el cambio del uso del suelo, de acuerdo al estudio de selección de especies vegetales que realizará un Ingeniero Forestal.

8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

8.1 MARCO LEGAL DEL PMA

La ley 99 de 1993 en sus artículos 49 y 50 establece la obligatoriedad de La Licencia Ambiental para el desarrollo de cualquier actividad que pueda producir deterioros graves a los recursos naturales renovables o al medio ambiente. De igual forma, el decreto 1180/03 define los parámetros legales bajo los cuales se desarrollarán los Estudios de Impacto Ambiental, adicionalmente existen los siguientes decretos reglamentarios.

➔ AIRE

- Ley 09 de 1979: artículos 41-48. Normas sobre condiciones atmosféricas CDMB
- Decreto 948/95. Normas de emisión.

➔ AGUA.

- Decreto 1594 de 1984. Usos del agua, normas de calidad de vertimiento, estudios de impacto ambiental.
- Decreto 1541/78. Usos y concesión del agua.
- Artículos 70,134, 141, 142, 143, 145, 147 del Código Nacional de Recursos Naturales, sobre prevención y control de la contaminación de aguas.

➔ SUELO.

- Decreto -ley 2811 de 1974. Estudios ecológicos, protección de taludes, preservación del recurso.

➔ FLORA Y FAUNA.

- Decreto ley 2811/74

➔ PAISAJE.

- Decreto ley 2811/74.

8.2 MARCO TEORICO DEL PMA

Es un estudio ambiental muy completo que tiene un carácter genérico y se adecua a la magnitud y particularidades del proyecto minero, y el manejo de las características ambientales regionales en donde se desarrolla el proyecto.

De conformidad con el artículo No.1 del Decreto No.1753/94 el Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión eminentemente práctico, en el que de manera detallada, se establecen las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, obra o actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo, y los de contingencia. Se diferencia de los estudios DAA y EIA en que éstos son estudios prospectivos que se elaboran para acciones proyectadas, mientras que el PMA tiene como base un escenario real, intervenido, sobre el cual están ocurriendo impactos perfectamente identificables, en la mayoría de los casos. (Glosario, INGEOMINAS).

El Plan de Manejo Ambiental (P.M.A.) deberá contener los diferentes programas tendientes a prevenir, controlar, mitigar, corregir y compensar los impactos negativos a generarse en cada una de las etapas de cada proyecto en particular, los cuales deberán integrarse al plan global del proyecto, para asegurar el manejo adecuado de los recursos y su efectivo cumplimiento basado en indicadores.

En términos generales los Planes de Manejo Ambiental deben contemplar:

- Delimitación del área de influencia directa e indirecta.
- Descripción del proyecto.

- Compatibilidad usos del suelo.
- Uso de recursos naturales.
- Aspectos socioeconómicos y culturales.
- Identificación de impactos ambientales.
- Plan de manejo ambiental.
- Plan de abandono.
- Programa de control y seguimiento.
- Plan de contingencia.
- Costos y cronograma.

El estudio debe contener por lo menos los siguientes programas de manejo ambiental:

Manejo de aguas de mina y escorrentía

- Conducción, recolección y tratamiento independiente de las aguas de mina y aguas de escorrentía que garantice la calidad de las mismas antes de la entrega final a fuentes hídricas cercanas, suelos y/o vallados.
- Identificación del emisario final o fuente receptora.
- Especificaciones y dimensiones de obras para el control y manejo de aguas de escorrentía.
- Reuso del efluente tratado.

Manejo y Disposición de Estériles

- Sitios de disposición y diseños (planos y/o diagramas).
- Volúmenes de producción.
- Composición.
- Alternativas de reuso y reciclaje.

Control de erosión y recuperación de áreas inestables

Definir los mecanismos técnicos para la estabilidad de terrenos, control de procesos erosivos, de socavación y remoción en masa. (Subsidencia, hundimientos, surcos y cárcavas).

Repoblación vegetal y diseño paisajístico

- Áreas a reforestar y conservar, tratamientos paisajísticos de las zonas afectadas (incluye planos a escala 1:500).
- Selección e especies.
- Técnicas silviculturales.
- Aprovechamientos forestales.
- Barreras sonoras y paisajísticas.
- Reforestación compensatoria y manejo de la vegetación existente.
- Manual de mantenimiento de la reforestación y revegetalización.

Almacenamiento, transporte y manejo del mineral

- Sitios de disposición (planos), diseños (diagramas).
- Flujos de transporte externo.
- Cargue y descargue.

Saneamiento básico

- Vertimientos (volúmenes, caudales, tratamientos, memorias de cálculo).
- Manejo de basuras (recolección, selección, emisario final).

Control de emisiones atmosféricas y ruido

Establecer los mecanismos necesarios para el control y prevención de emisiones atmosféricas como gases y material particulado y el ruido en el interior, fuera de la mina y durante el beneficio y transformación del mineral.

Gestión socioeconómica y seguridad e higiene minera

A partir de la evaluación ambiental, estructurar un plan de gestión para las fases de planificación, montaje, explotación, operación y cierre que permita garantizar la permanente y oportuna comunicación, así como la participación entre los actores sociales e institucionales, con alcances a corto, mediano y largo plazo.

Medidas complementarias

- Almacenamiento aceites y combustibles.
- Aspersión y control de polvo.
- Plan de desmonte y abandono.
- Cierre de la mina.

8.3 LÍNEA BASE AMBIENTAL

8.3.1 Aspectos Físicos.

8.3.1.1 Componente Geosférico.

Suelos

El municipio de Suratá cuenta con el 17% del territorio en vegetación de páramo, es así como desde los 3000 m.s.n.m el bosque empieza a disminuir y a los 3200 msnm ya es escaso. A partir de esta altitud domina una cobertura vegetal

compuesta por gramíneas, musgo, líquenes, frailejones, helechos y algunas especies arbustivas. Esta cubierta de matorrales y pajonales donde predominan las monocotiledóneas de porte bajo, que constituyen comunidades de gramíneas poco diversas.

8.3.1.2. Componente Atmosférico.

Climatología.

El clima en el área está determinado por el régimen de lluvias y por la temperatura, los cuales tienen una dependencia clara con la altitud y el sistema montañoso.

La lluvia en la región de estudio se caracteriza por presentar un comportamiento anual bien definido así: Un periodo inicial bastante fuerte durante los meses de Enero, Febrero y parte de Marzo, luego se presentan dos períodos lluviosos entre Abril y Junio y luego entre Septiembre y Noviembre con un periodo seco intermedio entre Julio y agosto, donde se presentan algunas lluvias importantes. Este comportamiento es más acentuado en las estaciones que reportan precipitaciones anuales mayores de 2.000 mm.

Luego los vientos toman una dirección noroeste, atravesando las mesas de Lebrija y Ruitoque. Los vientos también recorren el valle del río Suratá y descargan su humedad en las partes altas de la cordillera donde nacen los ríos Tona, Charta, Vetas Y Suratá, observándose una pequeña zona seca en la parte baja del Cañón del Río Suratá.

8.3.1.3 Componente Hidrosférico

Hidrología.

El área de la Contrato de Concesión EBA-111 pertenece a la cuenca del Río Cachiri. La cuenca del río Cachirí lo forman las quebradas de Caneyes, Vega de Páramo, Tablanca, El Diablo, San José, Suspiro, Honda y La Cabrera. Posee una extensión de 132.0125 Km².

8.3.2 Aspectos Bióticos

Ecosistemas Terrestres.

El área del Contrato de Concesión se encuentra en tres tipos de suelos en cuanto a su textura, profundidad, grados de evolución y características que dependen de la interrelación de diferentes variables físicas.

Zona de Páramo.

Domina una cobertura vegetal compuesta por gramíneas, musgos, líquenes, frailejones, helechos y algunas especies arbustivas.

Zona de Bosque natural secundario.

Son áreas de bosque remanente o relictos de escaso tamaño y aislados (que es la situación más común en nuestras cordilleras), si bien pueden cumplir la condición de no haber sido intervenidas, están condenadas a perder su carácter primario, ya que no cuentan con la influencia (patrones ecológicos, bancos genéticos) que sobre ellas ejercería una gran extensión del mismo tipo de biota.

Zona de Pastizales.

Pastizales con presencia de formaciones vegetales abrasivas y herbáceas asociadas, donde dominan el kikuyo y los tréboles. Tienen un uso pecuario extensivo y presentan en algunos sectores pastos pocos densos, favoreciendo esto los procesos erosivos.

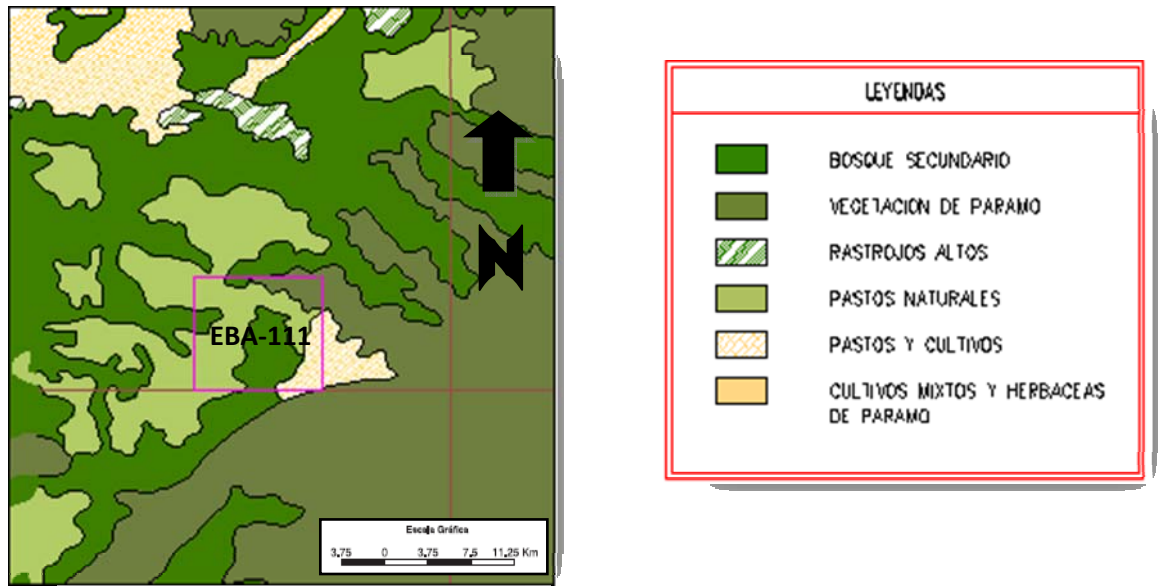


FIGURA 26. Cobertura y uso actual del suelo.

8.3.3 Componente Socioeconómico y Cultural

Procesos Económicos.

La principal actividad agronómica en Suratá es la explotación de ganado doble propósito, en praderas de extensión en un 37% del área total del Municipio: en segundo lugar 46% del área en bosques y rastrojo; las actividades agrícolas corresponden al 6%, predominando los cultivos de maíz, fríjol, mora, etc. El 11% restante distribuido de la siguiente manera: forestal un 3%, Semiagrícolas 1%

(cultivos semidensos), otros usos un 2% y terreno erosionado 5%. Cuya tendencia es a aumentar o disminuir o mantenerse estable.

● **Limpieza del Área Explotable**

No obstante que la intervención del área demanda previamente, labores de rocería de hierbas y limpieza con la finalidad de remover la cobertura vegetal no requiere medidas de manejo especial; de cualquier forma los materiales removidos deben ser acopiados in situ.

● **Operación de Maquinaria y Equipos**

La operación de los equipos implica riesgos de afectación sobre el aire y suelo. La mayoría de estos impactos son de menor significancia, en tanto que sobre el recurso hídrico las afectaciones son más importantes; eventualmente se pueden presentar procesos de contaminación asociados con el manejo inadecuado de aguas con trazas de químicos usados en el beneficio de los minerales de oro y plata.

8.4 PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL

Se estructuraron los siguientes programas:

- ✚ Programa de manejo aguas residuales industriales (lodos de beneficio)
- ✚ Programa de manejo agua de mina
- ✚ Programa de reducción de la contaminación con cianuro
- ✚ Programa de educación y capacitación técnico ambiental al personal
- ✚ Programa de adecuación de escombreras

- ✚ Programa de manejo aguas de escorrentía

- ✚ Programa de manejo aguas residuales domésticas

- ✚ Programa de control de contaminación atmosférica

- ✚ Programa de manejo de residuos sólidos domésticos

- ✚ Programa de manejo y recuperación paisajística

- ✚ Programa de seguridad industrial

Las Fichas completas de los Programas de Manejo Ambiental se encuentran en el anexo D.

8.5 PLAN DE CONTINGENCIA

8.5.1 Lineamientos del Plan de Contingencias. Se presenta a continuación los lineamientos generales para el manejo de emergencias, de acuerdo con los elementos básicos que integran un plan de contingencia.

8.5.1.1 Plan Estratégico. El Plan Estratégico define la estructura para la atención de emergencias, las funciones y responsabilidades de las personas encargadas de ejecutar el plan, los recursos necesarios y las estrategias de respuesta a aplicar en la actividad minera, son establecidos a partir del análisis de riesgos asociados durante las fases descritas.

Responsabilidad en caso de Emergencias. El Plan de emergencias define una estructura de activación que involucra diferentes niveles administrativos y operativos.

- **Coordinador General del Plan de Emergencia**

Tiene como función garantizar el cumplimiento del programa de preparación para emergencias, asegurando los medios técnicos necesarios para su implantación, mantenimiento y puesta en práctica en una emergencia. Es el responsable de la toma de decisiones (Evaluación parcial o total, suspensión de actividades).

- **Brigadas de emergencias**

La brigada de emergencia está compuesta por 4 grupos a saber:

- ☀️ Prevención, Control y Combate de incendios
- ☀️ Evacuación y rescate
- ☀️ Primeros auxilios
- ☀️ Emergencias ambientales

- **Brigada de primeros auxilios**

- ☀️ Revisión e inventario de los equipos para atención de heridos
- ☀️ Asistir a capacitaciones y prácticas de primeros auxilios.
- ☀️ Capacitación en primeros auxilios básicos y avanzados
- ☀️ Ubicar el área, y limitar riesgos para el auxiliador y el paciente
- ☀️ Utilizar elementos necesarios para bioseguridad
- ☀️ Realizar valoración primaria y secundaria
- ☀️ Activar sistema de información y reporte
- ☀️ Si es necesario realizar traslado seguro y oportuno al centro asistencial, según valoración.

- **Brigada de evacuación, salvamento, búsqueda y rescate**

- ☀️ Conocer vías de evacuación y punto de reunión final

- ☀ Establecer listado del personal a cargo en las evacuaciones
- ☀ Realizar simulacros de Evacuación
- ☀ Capacitaciones continuas de evacuación
- ☀ Informa a los ocupantes del área asignada la necesidad de evacuar
- ☀ Dirigir la evacuación
- ☀ No permitir que los ocupantes se devuelvan
- ☀ En el punto de reunión final verificar el listado del personal asignado
- ☀ Comunicar al Director de Emergencia el resultado de la maniobra

- **Brigada Contra Incendios**

- ☀ Revisión e inventario de los equipos
- ☀ Asistir a capacitaciones y prácticas de manejo de extintores
- ☀ Realizar simulaciones de conatos de incendio
- ☀ Ubicar el área del incendio
- ☀ Aplicar técnicas en manejo de extintores
- ☀ Coordinar con los grupos de apoyo
- ☀ Reportar el resultado de sus acciones al Coordinador de emergencias

- **Brigada de emergencias ambientales**

- ☀ Revisión de zonas de alto riesgo de deslizamientos y taponamientos de la vía
- ☀ Revisión de señalización en áreas
- ☀ Identificación de impactos asociados

ESTRATEGIAS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS

| ESTRATEGIAS DE CONTROL |
|--|
| <p>Las estrategias para controlar emergencias buscan cumplir los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controlar el evento en la fuente, evitando de esta manera un mayor grado de afectación. - Evitar interferencias en las actividades humanas, proteger el medio ambiente, y atender eficientemente las quejas y reclamos que implique la emergencia. |

- Minimizar los costos ambientales, urbanísticos y financieros de la emergencia.
- Optimizar el uso de los recursos disponibles durante la ocurrencia de una emergencia.
- Identificar los grupos o comités locales de prevención y atención de desastres.
- Entrenar al grupo responsable de la atención de la emergencia.
- Disponer de una capacidad operativa y equipos necesarios para responder adecuada e inmediatamente a una emergencia
- Identificar los actores de apoyo externo del área para la atención de emergencias que superen la capacidad de respuesta ante una emergencia

ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN

Las acciones de prevención hacen parte importante del plan de contingencia ya que reducen la probabilidad de ocurrencia de una emergencia, y durante el desarrollo de ésta, evitan su propagación a otras áreas. El manejo preventivo incluye:

- Monitoreo o inspecciones periódicas de equipos contra incendio, herramientas e implementos relacionados con la ocurrencia o control de una emergencia.
- Identificación de sitios considerados de alto riesgo, como por ejemplo zonas inestables, áreas cercanas a viviendas etc.
- Implementación de los programas de señalización de los lugares que representen peligro, de los lugares restringidos, y de los sitios de almacenamiento de equipos para control de emergencias

ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN

El proyecto contará con los SAU, a partir de los cuales se deben cubrir las siguientes necesidades:

- Recibir, controlar y definir notificación de emergencias
- Ofrecer espacio y recursos para reuniones del personal operativo para evaluar los acontecimientos y tomar decisiones.
- Centralizar la información, los registros y los contactos con el personal.
- Efectuar un seguimiento permanente y mantener información actualizada sobre los hechos.
- Los requerimientos de apoyo de los grupos de trabajo.
- Recibir y activar la atención de reclamos.
- Centralizar los comunicados internos y los entregados a los medios de comunicación.

8.5.1.2 Plan Operativo. El plan operativo determina las técnicas aplicables para el control de las emergencias ocasionadas.

- Procedimientos de Notificación y Administración de la Emergencia

El proceso de notificación de una emergencia comienza con el recibo de la llamada avisando sobre la ocurrencia de la misma, a partir de este momento, coordinador o encargado de la atención de la misma realiza la evaluación y calificación de ésta.

Inicialmente la emergencia es calificada como Nivel I y la evaluación y control corresponde al profesional disponible con ayuda del operador de turno y el apoyo del personal de operación y mantenimiento. Si la emergencia es controlada el profesional disponible dará por terminada la emergencia y preparará un informe de la misma. Si la emergencia no es controlada o el profesional disponible así lo considera se procederá a calificar la emergencia como nivel II.

Una vez la emergencia es calificada como Nivel II, el profesional disponible se comunica con los integrantes del Grupo Coordinador del plan de contingencia y se decide si se activa el Plan de Contingencia parcial o totalmente. En caso de que el Coordinador del plan de Contingencia determine que la emergencia requiera participación activa de Comité Regional de Prevención y Atención de desastres (CREPAD) y de los Comité Locales de Prevención y Atención de desastres (CLPAD) y activación de procesos de Ayuda Mutua, se calificará esta como Nivel III.

Una vez la emergencia es calificada como Nivel III, el coordinador del plan de contingencia procederá con las notificaciones a los CREPAD y CLPAD y activará los procesos de ayuda mutua.

8.5.1.3 Procedimientos de Emergencias

| EN EMERGENCIAS POR INCENDIO |
|--|
| <p>Al descubrir el fuego, y según sea aplicable:</p> <ul style="list-style-type: none">• Se notifica al Coordinador de la emergencia.• Se pide apoyo en las acciones de control inicial del evento.• El personal que ha recibido entrenamiento en el uso de extintores, inicia la acción de control, utilizando el extintor más cercano destinado para ello• Se desarrollan las acciones que han sido encomendadas a las personas capacitadas en el plan de emergencias• Se esperan instrucciones del Coordinador de la emergencia• Si el fuego se sale de control, se evacua el área |
| ACCIDENTES EN ACCESOS |
| <ul style="list-style-type: none">• Se demarcará la zona afectada con dispositivos reflectivos y luminosos• El Coordinar ante el aviso del evento, deberá activar los servicios de ambulancias.• Se diligencian los registros causas y consecuencias del mismo.• Los tiempos de respuesta ante la ocurrencia de este evento deben registrarse en los informes finales, para evaluar la respuesta ante otro evento similar, midiendo la efectividad en la activación del PDC. |
| ACCIDENTES LABORALES |
| <p>Las labores de atención de emergencias asociadas a accidentes laborales, estarán a cargo directamente del coordinador de SI&SO, quien activaría los planes de acción previstos.</p> <p>- Reporte de accidente de trabajo</p> <p>El reporte de accidente, comprende un original y las copias estipuladas por la ARP Y se gestiona siguiendo las siguientes etapas:</p> <ul style="list-style-type: none">• En el momento en que se presente un accidente de trabajo, se diligencia el reporte y se le entrega al accidentado o a su acompañante la hoja que diga IPS – EPS para que sea atendido en el centro asistencial.• La hoja que dice ARP y EMPLEADOR, son remitidas a la oficina principal de la ARP. La hoja que dice EMPLEADOR debe quedar con el sello de radicación y recibido de la ARP para ser archivada.• Se distribuyen copias del reporte así: una (1) para la hoja de vida del trabajador y otra (1) a la empresa, en los tres (3) días siguientes a la ocurrencia del evento.• Cualquier accidente debe ser reportado en las 24 horas siguientes a la ocurrencia del evento.• En caso de que el accidente genere por cualquier motivo alguna incapacidad, el trabajador la |

firma y la hace llegar lo más pronto posible al Director / Coordinador Administrativo del proyecto.

- Atención de urgencia

A continuación se enuncian los pasos a seguir ante una situación de urgencia.

- Cuando se presente la Urgencia avise inmediatamente al coordinador del plan de emergencias y/o al Brigadista de Primeros Auxilios.
- Revise el listado anexo que contiene los nombres y direcciones de centros médicos e IPS que tienen convenio con la ARP.
- Diríjase al centro médico más cercano del sitio de trabajo.
- Cuando se encuentre estable, comuníquese a la oficina administrativa, para que sea diligenciado el respectivo reporte.
- Recuerde que el listado de centros médicos anexo (IPS con convenios con la ARP), solo atiende accidentes de trabajo.
- Si se requiere atención médica por enfermedad general o accidente de origen común, éstos son atendidos en las instituciones prestadoras de servicio (IPS) adscritas a la Empresa Promotora de Salud EPS”.
- Atención de primeros auxilios
- Si usted encuentra a un compañero accidentado, préstele los primeros auxilios.
- Si no se siente en capacidad de prestar los primeros auxilios y además evalúa que el accidentado debe ser trasladado a un centro asistencial, comuníquese con su jefe inmediato, y no olvide dar la información completa sobre el estado del accidentado.
- Verifique que el accidentado porte todos los documentos como Carné de EPS, carné de ARP, cédula de ciudadanía.
- No deje al compañero solo hasta que se le haya definido el trámite completo.
- No permita que personas ajenas a la compañía decidan por usted, permítalo únicamente cuando sean profesionales como médicos, enfermeros, auxiliares de cruz roja, defensa civil, paramédicos ó la policía.
- Comuníquese con el encargado de Salud Ocupacional del proyecto.

8.5.2 Plan de Capacitación para Atención de Emergencias

Antes de iniciar las obras, se debe instruir al personal que laborará en la obra a través de charlas, acerca de las diferentes actividades que realizará, los equipos que utilizará y su área de trabajo, para disminuir los riesgos de accidentalidad en los diferentes frentes de trabajo.

| |
|--|
| Adicionalmente se deberán dictar talleres, conferencias o charlas de tipo técnico - operativas, sobre manejo de equipos, maquinaria y actividades específicas que impliquen situaciones riesgosas contra la vida humana. |
| Se identificarán las áreas donde se encuentran ubicados los equipos de primeros auxilios y de extinción de incendios y se instruirá sobre su correcto uso. |
| Se asegurará que se conozca la ubicación de los centros de atención médica en la zona de trabajo y en casos de mayor especialización en instituciones disponibles en Suratá. |

8.6 INTERVENTORÍA AMBIENTAL.

Se tiene previsto una vez aprobado el Plan de Manejo Ambiental, contratar a un interventor ambiental externo, cuyo perfil puede ser de Ingeniero Ambiental, Ingeniero de Minas, geólogo o profesional de cualquier otra rama de la Ingeniería ó carreras afines con el área ambiental, con una especialización en el área ambiental y una experiencia no menor de cinco (5) años en seguimiento de proyectos ambientales. Las funciones de un Interventor Ambiental son:

- ✓ Realizar una minuciosa evaluación del cumplimiento de las metas trazadas en este estudio, donde se darán los parámetros necesarios para corregir alguna anomalía que se pueda presentar o se estime su potencialidad de ocurrencia en el corto o mediano plazo.
- ✓ Informar a la CDMB, la fecha de iniciación de las actividades de la etapa de explotación.
- ✓ Presentar informes semestrales de avance del proyecto de explotación, dirigidos a la CDMB, en los cuales se informe sobre las actividades realizadas, resultados de la evaluación minera que determinará los sitios representativos de explotación y realizar una evaluación medioambiental sobre las medidas tenidas en cuenta para el control integral de los recursos naturales.

- ✓ Velar por el cumplimiento de los lineamientos presentados en el Plan de Manejo Ambiental.
- ✓ Asesorar de manera general al titular de la licencia en lo referente al manejo del medio ambiente.
- ✓ Supervisar la correcta implementación de las obras y/o acciones propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.
- ✓ Realizar visitas al área de explotación y dejar constancia escrita de sus evaluaciones referentes al manejo del medio ambiente.
- ✓ Realizar el seguimiento permanente sobre la infraestructura hidráulica.
- ✓ Conceptuar sobre la calidad y veracidad del monitoreo ambiental propuesto, especialmente en lo referente a salud ocupacional, seguridad industrial.
- ✓ Verificar, dirigir y asesorar la correcta implementación del Plan de Contingencia.

9. APORTE DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

El objetivo de esta práctica empresarial era la elaboración de dos documentos que son requisitos para la etapa de explotación de una mina, como lo son el Programa de Trabajos y Obras y el Plan de Manejo Ambiental, desarrollando una metodología y para la elaboración de estos documentos tan importantes en el desarrollo de todo proyecto minero en el territorio nacional.

Se desarrollaron tópicos como:

- Lo referente a toda la normatividad técnica y ambiental y su aplicación.
- Estructuración de los documentos, Programa de Trabajos y Obras y Plan de Manejo Ambiental.
- Lineamientos ambientales y técnicos para la elaboración de un PTO y PMA de para una mina de oro en la etapa de campo.
- Evaluación, corrección y sugerencias técnico-ambientales para una mina de oro.

Se elaboro una base técnico-ambiental de la mina, que si se efectúa completamente se podrá tener un alto nivel en el desarrollo minero de la mina Cáchira.

Teniendo en cuenta las actividades que generan impacto dentro del proyecto aurífero de la mina Cáchira, se determinaron once programas de manejo ambiental, donde se especifican, indicando la clasificación del impacto, el efecto ambiental, medidas preventivas y mitigatorias y el seguimiento de control.

CONCLUSIONES

Geológicamente se tiene que:

Geológicamente se tiene que:

- En el área afloran rocas metamórficas del precámbrico, constituidas por neis cuarzofeldespático y neis biotítico-hornbléndicos, intruidas por tonalita sericitizada, constituyendo una roca cristalina que es cortada por vetas auríferas.
- El depósito de mineral está constituido por diseminación de oro en bloques tabulares llamados vetas, de cuarzo distribuidos irregularmente en el neis de Bucaramanga en el Macizo de Santander.
- Las estructuras mineralizadas tienden a presentar forma tabular, mostrando dos direcciones predominantes rumbo, N52°W y N47°E, y buzamiento promedio de 63°NE y 39°NW respectivamente. Los espesores varían entre 0,5 m, hasta 1 m de espesor dentro de los túneles existentes dentro del polígono.
- Se tiene un tenor de 6,67 gramos de Au por cada tonelada de material arrancado.

En la elaboración del Programa de Trabajos y Obras:

- El método de explotación más eficiente para el yacimiento de oro de la mina Cáchira es el de cámaras y pilares con ensanche de tambores, debido a que se tiene un 85% de recuperación del mineral y aumenta la estabilidad de los túneles. Además de mejorar la ventilación dentro de las galerías.
- Las reservas del yacimiento se calcularon por método geométrico en el sistema de cámaras y pilares, arrojando unas reservas a 30 años de 113.708,826 gr Au, lo que demuestra que toda el área posee reservas suficientes para la vida útil del proyecto.

- El proyecto minero tiene una rentabilidad anual de cuarenta y nueve millones ochocientos veintiocho mil quince pesos (\$ 49'828.015), con el precio actual del gramo de oro.
- Se identificaron varias falencias en el desarrollo minero de la mina Cáchira entre ellos, la falta de maquinaria y elementos adecuados para la extracción, transporte y beneficio del oro, la falta de señalización en la mina, la insuficiencia de vías de transporte y acceso, la pérdida de oro por el aumento de tamaño en la trituración, entre otros.

En la elaboración del Plan de Manejo Ambiental:

- ✿ Se realizó un inventario de los recursos bióticos y abióticos del área del contrato de concesión EBA-111.
- ✿ La mina Cáchira genera un impacto ambiental bajo, teniendo en cuenta las actividades de explotación y producción actuales, pero se debe desarrollar los programas de manejo ambiental para evitar que estos impactos aumenten.

Todo lo anterior nos demuestra que el proyecto minero es técnica y ambientalmente viable en su desarrollo y planeación. Además de esto la explotación minera conduce a un beneficio social en razón a los empleos directos e indirectos que se generan por dicha actividad. Por estas razones no hay lugar a dudas de la conveniencia del proyecto.

De esta manera se cumplió satisfactoriamente con todos los términos de referencia exigidos por Ingeominas y los Ministerios de Minas y Energía y Medio Ambiente para la elaboración del PTO y PMA.

RECOMENDACIONES

- Toda la información técnico minera complementaria del Contrato de Concesión EBA-111 se encuentra contenida en el Programa de Trabajos y Obras (PTO) y en el Plan de Manejo Ambiental (PMA).
- En el trabajo de campo se debe tener claridad acerca de los términos de referencia de PTO y PMA para destacar la información y datos que se busca adquirir en esta etapa.
- La señalización de todo el proyecto minero es de carácter urgente, para garantizar y optimizar la seguridad de todo el recurso humano que se beneficia de la mina.
- En la etapa de arranque de la roca mineralizada no se deben sobrepasar las medidas mínimas de los pilares dentro de las cámaras.
- Es estrictamente necesaria la capacitación del personal con el manual de salvamento minero de Ingeominas.
- Cumplimiento exhaustivo del PTO y PMA para evitar accidentes, disminuir los impactos ambientales y aumentar el beneficio de las labores mineras.

BIBLIOGRAFIA

- DEGREMONT, 1979. España. Manual Técnico del Agua. Citado en MMA & MINERCOL, 2001. Guía Ambiental Carbón: Minería a Cielo Subterránea.
- HORNER J. (2005). Final Report “Structural geology and Tectonics of the Angostura Project Area”. Ic consulenten. Pág. 32
- INGEOMINAS 2007. Servicio Geológico, Atlas Geológico de Colombia. Escala 1:500.000. Plancha 5-06.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA (INGEOMINAS) 2008. Guías para la Elaboración de Estudios, Programa de Trabajos y Obras PTO y Plan de Manejo Ambiental PMA Dentro del Programa de legalización de Minería de Hecho.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC), 2008. Dirección electrónica: www.igac.gov.co
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). 2008. Página Electrónica: www.igme.es
- INSTITUTO TECNICO GEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE), Mecánica de Rocas aplicada a la minería metálica subterránea. Pág. 275
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2001. Términos de referencia - Los trabajos de exploración (LTE) y programa de trabajos y obras (PTO) para minerales y rocas distintos a materiales de arrastre y de minería marina. Documento Provisional de Revisión y Discusión. Bogotá, abril 18 de 2002.

- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2002. República de Colombia. Guía Minero Ambiental para Explotación.
- NOVISKY, Alejandro. 1980. Ventilación de minas Buenos Aires. Pág. 140 - 396.
- ORTIZ de Urbina Pla, 1994. Fundamentos de Laboreo de Minas. Fundación Gómez-Pardo.
- REPÚBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL. 1987. Reglamento de seguridad en labores subterráneas. Decreto N° 1335 de 1987. Pág. 9
- REPUBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL, 2001. Código de Minas (Ley 685 de agosto 15 de 2001). Edición UPME, Bogotá.
- TOUSSAINT J.F y RESTREPO J.J. 1989 Acreciones sucesivas en Colombia: Un nuevo modelo de evolución geológica. V Congreso Colombiano de Geología. Bucaramanga. Tomo I: 127-146.
- VILLAREAL T. Julián Y NUÑEZ T. Alberto. 2006. Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:2'800.000. INGEOMINAS, Bogotá.
- WARD, D. et al. 1979. Geología de los cuadrángulos H12 Bucaramanga y H13 Pamplona, Departamentos de Norte de Santander y Santander. INGEOMINAS. Boletín Geológico, Vol. XXI, pág. 1-3, 12-14, 30-32.

ANEXOS

ANEXO A. PLANEACION ECONOMICA A 30 AÑOS

Proyección de Costos del Proyecto

| INFORMACION | A | | | | | | Ñ | | | | | | O | | | | | | S | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | |
| CONSIDERADA | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Ventas Previstos (gr) | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | |
| (+) Nivel promedio de inventarios | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| (=) Volumen de producción requerida (gr) | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 | |
| COSTOS DIRECTOS | 109.592.052,00 | 138.357.440,65 | 185.153.465,93 | 247.777.103,89 | 331.581.657,96 | 443.731.055,75 | 593.812.248,38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mano de Obra directa | 47.372.052,00 | 59.806.124,20 | 80.034.085,10 | 107.103.659,76 | 143.328.856,94 | 191.806.342,37 | 256.680.153,31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimientos,repuestos y combustibles | 62.220.000,00 | 78.551.316,45 | 105.119.380,83 | 140.673.444,13 | 188.252.801,02 | 251.924.713,38 | 337.132.095,07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COSTOS INDIRECTOS | 9.051.860,16 | 11.427.764,90 | 15.292.927,28 | 20.465.386,44 | 27.387.303,59 | 36.650.390,17 | 49.046.489,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mano de Obra Indirecta | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos Ambientales | 3.000.000,00 | 3.787.430,88 | 5.068.436,88 | 6.782.711,87 | 9.076.798,51 | 12.146.803,92 | 16.255.163,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Regalias | 6.051.860,16 | 7.640.334,02 | 10.224.490,40 | 13.682.674,58 | 18.310.505,09 | 24.503.586,25 | 32.791.325,86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COSTOS OPERACIONALES | 14.664.000,00 | 18.512.962,14 | 24.774.519,45 | 33.153.895,61 | 44.367.391,10 | 59.373.577,58 | 79.455.240,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastos de administración y ventas | 14.664.000,00 | 18.512.962,14 | 24.774.519,45 | 33.153.895,61 | 44.367.391,10 | 59.373.577,58 | 79.455.240,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COSTOS TOTALES: CT | 133.307.912,16 | 168.298.167,69 | 225.220.912,66 | 301.396.385,94 | 403.336.352,66 | 539.755.023,50 | 722.313.978,09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

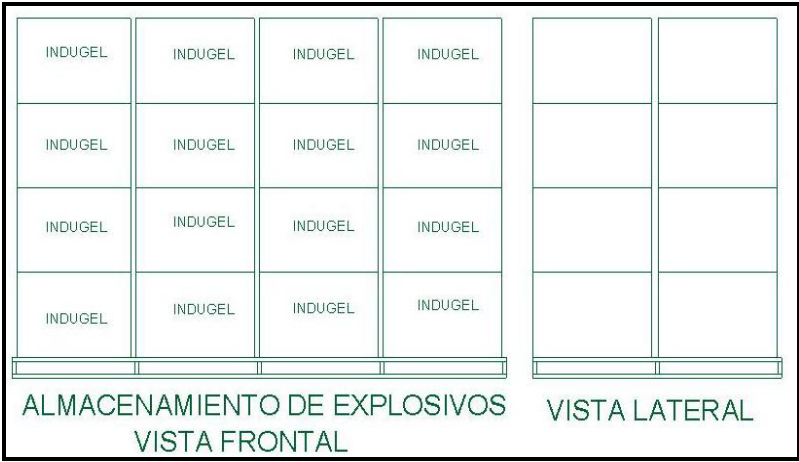
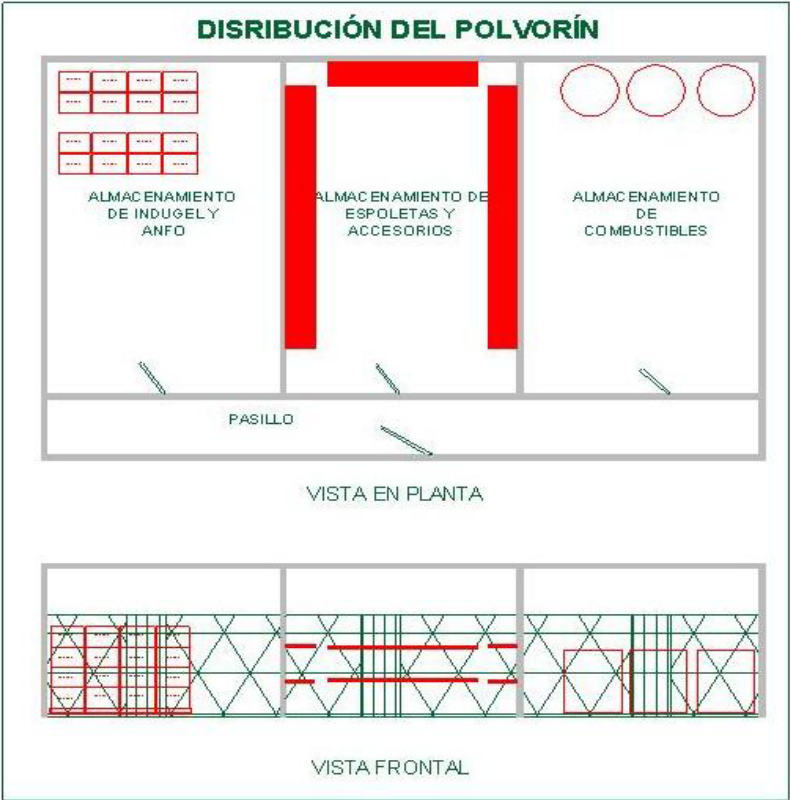
Valores del estado de Resultados

| INFORMACION CONSIDERADA | A | | | | | | Ñ | | | | | | O | | | | | | S | | | | | | | | | |
|---|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|---|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Ventas | 212.400.000,00 | 268.150.106 | 358.845.331 | 480.216.000 | 642.637.334 | 859.993.718 | 1.150.865.590 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (-) Costos de ventas | 118.643.912,16 | 149.785.206 | 200.446.393 | 268.242.490 | 358.968.962 | 480.381.446 | 642.858.738 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos directos | 109.592.052,00 | 138.357.441 | 185.153.466 | 247.777.104 | 331.581.658 | 443.731.056 | 593.812.248 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos indirectos | 9.051.860,16 | 11.427.765 | 15.292.927 | 20.465.386 | 27.387.304 | 36.650.390 | 49.046.490 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (=) Utilidad bruta | 93.756.087,84 | 118.364.901 | 158.398.938 | 211.973.510 | 283.668.373 | 379.612.272 | 508.006.852 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (-) Gastos operacionales: | 14.664.000,00 | 18.512.962 | 24.774.519 | 33.153.896 | 44.367.391 | 59.373.578 | 79.455.240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gastos de Admón y ventas | 14.664.000,00 | 18.512.962 | 24.774.519 | 33.153.896 | 44.367.391 | 59.373.578 | 79.455.240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (=) Utilidad operacional | 79.092.087,84 | 99.851.939 | 133.624.418 | 178.819.614 | 239.300.982 | 320.238.694 | 428.551.612 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (=) Utilidad antes de impuestos | 79.092.087,84 | 99.851.939 | 133.624.418 | 178.819.614 | 239.300.982 | 320.238.694 | 428.551.612 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (-) Impuestos sobre la renta (37%) | 29.264.072,50 | 36.945.217 | 49.441.035 | 66.163.257 | 88.541.363 | 118.488.317 | 158.564.096 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (=) Utilidad después de impuestos | 49.828.015,34 | 62.906.721,33 | 84.183.383,48 | 112.656.356,99 | 150.759.618,40 | 201.750.377,41 | 269.987.515,34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (-) Reserva legal (10%) | 4.982.801,53 | 6.290.672,13 | 8.418.338,35 | 11.265.635,70 | 15.075.961,84 | 20.175.037,74 | 26.998.751,53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilidades netas a distribuir o a capitalizar | 44.845.213,81 | 56.616.049,20 | 75.765.045,14 | 101.390.721,29 | 135.683.656,56 | 181.575.339,67 | 242.988.763,81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Valores del Flujo de Caja

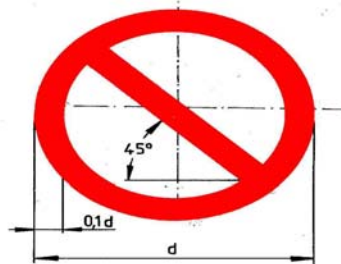
| INFORMACION CONSIDERADA | AÑO | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|--|--|
| | 0 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | |
| Flujos de producción | | 133.307.912,16 | 168.298.167,69 | 225.220.912,66 | 301.396.385,94 | 403.336.352,66 | 539.755.023,50 | 722.313.978,09 | | |
| Flujos de efectivo generados | | 212.400.000,00 | 268.150.106,30 | 358.845.330,89 | 480.216.000,20 | 642.637.334,24 | 859.993.717,81 | 1.150.865.589,74 | | |
| Valores de salvamento: | | 79.092.087,84 | 99.851.938,62 | 133.624.418,23 | 178.819.614,27 | 239.300.981,59 | 320.238.694,31 | 428.551.611,66 | | |
| Edificios | | | | | | | | | | |
| Capital de trabajo acumulados | | 79.092.087,84 | 99.851.938,62 | 133.624.418,23 | 178.819.614,27 | 239.300.981,59 | 320.238.694,31 | 428.551.611,66 | | |
| (-) Flujo de inversión | | 43.500.648,31 | 54.918.566,24 | 73.493.430,03 | 98.350.787,85 | 131.615.539,87 | 176.131.281,87 | 235.703.386,41 | | |
| En activos fijos | 140.000.000,00 | | | | | | | | | |
| En capital de trabajo | | 35.591.439,53 | 44.933.372,38 | 60.130.988,20 | 80.468.826,42 | 107.685.441,71 | 144.107.412,44 | 192.848.225,25 | | |
| FLUJOS NETOS DEL PROYECTO | | 35.591.439,53 | 44.933.372,38 | 60.130.988,20 | 80.468.826,42 | 107.685.441,71 | 144.107.412,44 | 192.848.225,25 | | |

ANEXO B. PLANO DEL ALMACEN DE EXPLOSIVOS - POLVORIN



ANEXO C. ESPECIFICACIONES DE SEÑALES DE SEGURIDAD

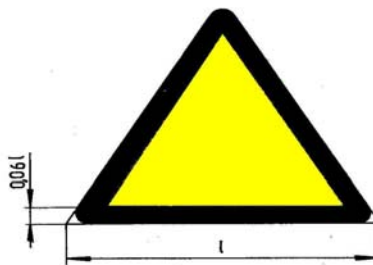
1. **Señales de prohibición:** El color del fondo debe ser blanco. La corona circular y la barra transversal rojas. El símbolo de seguridad debe ser negro, estar ubicado en el centro y no se puede superponer a la barra transversal. El color rojo debe cubrir, como mínimo, el 35 % del área de la señal.



Señal de prohibición
Figura 1

FIGURA N° 1. Señales de prohibición

2. **Señales de advertencia:** El color del fondo debe ser amarillo. La banda triangular debe ser negra. El símbolo de seguridad debe ser negro y estar ubicado en el centro. El color amarillo debe cubrir como mínimo el 50 % del área de la señal.



Señales de advertencia
Figura 2

FIGURA N° 2. Señales de advertencia

3. **Señales de obligatoriedad:** El color de fondo debe ser azul. El símbolo de seguridad debe ser blanco y estar ubicado en el centro. El color azul debe cubrir, como mínimo, el 50 % del área de la señal.

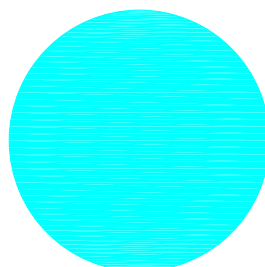


FIGURA N° 3. Señales de obligatoriedad

4. **Señales informativas:** Se utilizan en equipos de seguridad en general, rutas de escape, etc. La forma de las señales informativas deben ser cuadradas o rectangulares, según convenga a la ubicación del símbolo de seguridad o el texto. El símbolo de seguridad debe ser blanco. El color del fondo debe ser verde. El color verde debe cubrir como mínimo, el 50 % del área de la señal.

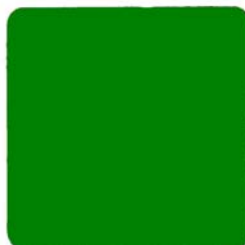


FIGURA N° 4. Señales Informativas

5. **Medidas de las señales:** Las señales deben ser tan grandes como sea posible y su tamaño deber ser congruente con el lugar en que se colocan o el tamaño de los objetos, dispositivos o materiales a los cuales fija. En todos los casos el símbolo debe ser identificado desde una distancia segura.

El área mínima (A) de la señal debe estar relacionada a la más grande distancia (L), a la cual la señal debe ser advertida, por la fórmula siguiente:

$$A \geq L^2/2000$$

Siendo A el área de la señal en metros cuadrados y L la distancia a la señal en metros. Esta fórmula es conveniente para distancias inferiores a 50 m.

Algunas de las señales más comunes en estos proyectos de explotación minera son las siguientes:

- ✿ **SEÑAL 1:** Es una señal de prohibición, la cual se localizará junto al depósito de combustibles y el pólvorín, si lo hay, con el fin de evitar explosiones accidentales.



Prohibido fumar y encender fuego

- ✿ **SEÑAL 2:** Señal de prohibición, la cual se localizará en las cercanías a los frentes de explotación, patios de acopio y planta de beneficio, con el fin de prohibir el paso de peatones por estos sectores.



Prohibido pasar a los peatones

- ✿ **SEÑAL 3:** Señal de advertencia y se localizará en el área de depósito de combustibles y pólvorín, si lo hay.



Materiales inflamables

✿ **SEÑALES 5-10:** Señales de obligatoriedad que se instalarán en el área de explotación y planta de beneficio con el fin que los obreros, operarios y visitantes de la explotación usen los respectivos elementos de seguridad.



Protección obligatoria de la vista



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria del oído



Protección obligatoria del cuerpo



Protección obligatoria de los pies



Protección obligatoria de las manos

✿ **SEÑAL 11:** Señales informativas que se ubicarán cerca ó sobre los elementos de primeros auxilios como el botiquín, la enfermería y las salidas de emergencia.



Vía / Salida de socorro



Dirección que debe seguirse. (Señal indicativa adicional a las siguientes)



Primeros auxilios



Camilla



Ducha de seguridad




Línea Telefónica



Lavado de ojos

ANEXO D: FICHAS DE PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MINA CAHIRA

FICHA No. 1

| PROGRAMA DE MANEJO AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (LODOS DE BENEFICIO) | | | |
|---|---|--|------------|
| OBJETIVO | ESQUEMA REPRESENTATIVO | | |
| Reducir la carga de sólidos presentes en las aguas de proceso después de realizar las operaciones de concentración gravimétrica (aguas sin contaminantes químicos). |  | | |
| ETAPA: Operativa, durante la ejecución del proceso de beneficio | | | |
| IMPACTOS AMBIENTALES | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
| Cambio en la calidad fisicoquímica del agua | Directo | Segura | Permanente |
| Modificación hidrodinámica de la corriente | Indirecto | Eventual | Temporal |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA |
| Medio | Negativo | Irreversible | Mitigación |
| Bajo | Negativo | Reversible | Control |
| CAUSA DEL IMPACTO | | EFECTO AMBIENTAL | |
| Descarga permanente de sólidos suspendidos (lodos) durante la operación de la planta de beneficio | | Presencia de sólidos en el agua | |
| ACCIONES A DESARROLLAR | TECNOLOGÍAS UTILIZADAS | DISEÑO | |
| Disponer los sólidos presentes en las aguas del proceso industrial para evitar su vertimiento a las corrientes superficiales circundantes. | Tanques de sedimentación y de ser necesario, dosificación de cal con capacidad de remoción mínimo del 80%. | Construir tanques de lodos - ancho 1,8, largo 3,5m y altura 1,2m, con pendiente de 15% comunicados con tubería de 15". | |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE | Construcción de tanques de sedimentación (de inmediato) | | |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | Tomar muestras para saber si el sistema cumple con la remoción (cada seis meses). Calcular la carga de lodos (cada seis meses) para un período de un día. Realizar inspecciones de control cada seis meses para verificar | | |

| | |
|--------------------------------|--|
| | mantenimiento. |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | Construcción: \$2'000.000 Operación: \$200.000 /mes |

FICHA No. 2


PROGRAMA DE MANEJO AGUA DE MINA

| OBJETIVO | ESQUEMA REPRESENTATIVO |
|--|------------------------|
| Neutralizar y minimizar las sustancias y elementos químicos arrastrados por el agua de la mina producida durante las excavaciones en la explotación del mineral. | |

ETAPA: Operativa, durante la explotación del mineral


| IMPACTOS AMBIENTALES | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
|---|-----------|---|------------|
| Contaminación del agua | Indirecto | Segura | Temporal |
| Aumento de caudal | Indirecto | Eventual | Permanente |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA |
| Medio | Negativo | Reversible | Control |
| Bajo | Negativo | Reversible | Control |
| CAUSA DEL IMPACTO | | EFECTO AMBIENTAL | |
| Excavaciones por la explotación del mineral | | Generación de drenaje ácido de roca | |
| ACCIONES A DESARROLLAR | | TECNOLOGÍAS UTILIZADAS | |
| <p>Captar y conducir las aguas que brotan al cortar los niveles freáticos durante las excavaciones de explotación mineral hacia una pila de evacuación.</p> <p>Operaciones de control y seguimiento de las fuentes hídricas cercanas.</p> <p>Realizar neutralización de las aguas y dado el caso retirar los metales contaminantes disueltos en ella.</p> | | <p>En la bocamina construir un tanque con lechada de caliza o un lecho de caliza a lo largo de la cuneta para hacer circular las aguas de la mina, con el fin de proceder a neutralizar el pH de tales aguas.</p> | |

FICHA No. 3

| PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN CON CIANURO | | | |
|---|-----------|--|-------------|
| OBJETIVO | | ESQUEMA REPRESENTATIVO | |
| <p>Reducir la contaminación con cianuro ocasionada por el vertimiento de arenas contaminadas con cianuro, soluciones empobrecidas de cianuro.</p> | |  | |
| <p>ETAPA: Operativa, durante el proceso de beneficio</p> | | | |
| IMPACTOS AMBIENTALES | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
| Contaminación del agua con sustancias nocivas | Directo | Segura | Indiferente |
| Contaminación del aire con sustancias nocivas | Indirecto | Eventual | Esporádico |
| Modificación hidrodinámica de la corriente | Indirecto | Remota | Esporádico |
| Cambios en la calidad físico – química del agua | Directo | Segura | Esporádico |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA |
| Máximo | Negativo | Irreversible | Mitigación |
| Bajo | Negativo | Reversible | Protección |
| Bajo | Negativo | Reversible | Mitigación |
| Máximo | Negativo | Reversible | Mitigación |
| CAUSA DEL IMPACTO | | EFECTO AMBIENTAL | |
| Utilización de cianuro en el proceso | | Incorporación de cianuro al agua y aire Presencia de sólidos en el agua | |
| ACCIONES A DESARROLLAR | | | |
| <p>Realizar el proceso de cianuración convencional, en donde se verifique y controle la concentración óptima de cianuro (menor a 5g/l) a condiciones de pH entre 10 y 11. Al culminar el proceso de cianuración, todos los residuos que han estado en contacto con cianuro deberán ser neutralizados antes de su vertimiento.</p> | | | |


| TECNOLOGÍAS UTILIZADAS | |
|---|---|
| <p>Reutilizar las soluciones empobrecidas de cianuro resultantes del lavado de arenas del proceso de cianuración o del lavado de envases de cianuro</p> <p>Neutralizar con peróxido las soluciones de cianuro o soluciones de trabajo.</p> <p>Para el vertimiento de las arenas cianuradas seguir los lineamientos establecidos en la programación de descargas de arenas establecido por la CDMB.</p> <p>Construcción de un tanque para neutralizar las soluciones de cianuro.</p> <p>Construir cunetas de conducción de aguas de escorrentía y lluvia en los sitios de acumulación o secado de arenas o estériles a fin de captarlas y evitar que entre en contacto con estas y se formen lixiviados.</p> | |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE | |
| <p>Aplicar de inmediato los procedimientos establecidos en esta ficha del plan de manejo.</p> <p>Neutralizar con peróxido o con el tratamiento convencional adecuado a las soluciones de cianuro o soluciones de trabajo</p> <p>Cumplir con la programación de descargas de la CDMB</p> <p>Construir un tanque para neutralización de soluciones con cianuro (seis meses después de iniciar la vigencia del plan de manejo).</p> <p>Construcción de cunetas para las aguas de escorrentía y aguas lluvias (de inmediato)</p> <p>La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero.</p> | |
| LUGAR DE APLICACIÓN Y PERSONAL REQUERIDO | <p>Planta de Beneficio, específicamente en la planta de cianuración</p> <p>1 operario de la planta de beneficio</p> |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | <p>Determinar las características fisicoquímicas del agua generada en el proceso para determinar los parámetros de diseño.</p> <p>Una vez construido el sistema de tratamiento realizar una caracterización para verificar la reducción de la contaminación y el cumplimiento de las normas de vertimiento.</p> |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | <p>Construcción de sistemas: \$ 5'000.000</p> <p>Operación y Mantenimiento: \$1'000.000/mes.</p> |

FICHA No. 4

| PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN TÉCNICO AMBIENTAL AL PERSONAL | | | |
|---|-----------|--|--------------|
| OBJETIVO | | ESQUEMA REPRESENTATIVO | |
| Capacitar y formar técnica y ambientalmente al personal empleado en la mina. | |  | |
| ETAPA: Operativa, durante la ejecución de las actividades | | | |
| IMPACTOS AMBIENTALES | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
| Contaminación del agua | Indirecto | Eventual | Temporal |
| Contaminación del aire | Indirecto | Eventual | Temporal |
| Contaminación del suelo | Indirecto | Eventual | Temporal |
| Contaminación biótica | Indirecto | Eventual | Temporal |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA |
| Medio | Negativo | Reversible | Capacitación |
| Medio | Negativo | Reversible | Capacitación |
| Medio | Negativo | Reversible | Capacitación |
| Medio | Negativo | Reversible | Capacitación |
| CAUSA DEL IMPACTO | | EFECTO AMBIENTAL | |
| Desconocimiento de prácticas culturales armonizadas con el entorno natural | | Manejo inadecuado de todas las actividades y operaciones mineras. | |
| ACCIONES A DESARROLLAR | | | |
| <p>Realizar jornadas de capacitación en protección ambiental y recursos naturales.</p> <p>Talleres sobre operación y beneficio de oro y nuevas técnicas de beneficio.</p> <p>Capacitación sobre el significado de los procedimientos a seguir para ejecutar cada uno de los programas y actividades propuestas dentro del Plan de Manejo.</p> | | | |
| TECNOLOGÍAS UTILIZADAS | | | |
| Medios audiovisuales, folletos, libros y ayudas didácticas. | | | |

| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE | |
|---|--|
| <p>Las dos jornadas de capacitación en protección ambiental y recursos naturales serán de mínimo 6 horas cada una.</p> <p>La capacitación sobre beneficio de oro de mínimo de dos horas de duración.</p> <p>Los talleres de nuevas técnicas de beneficio mínimo de 6 horas.</p> <p>La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero.</p> | |
| LUGAR DE APLICACIÓN Y PERSONAL REQUERIDO | <p>En el lugar del desarrollo del proyecto minero, en conjunto o individualmente.</p> <p>Personal profesional idóneo con experiencia en educación técnica y ambiental minera.</p> |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | <p>Llevar a cabo todas las jornadas de capacitación en conjunto con todos los proyectos mineros de Vetas.</p> <p>Contar con practicantes para ejercer la aplicación de los conocimientos adquiridos en las capacitaciones.</p> |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | 4 Talleres de Capacitación: \$ 6'000.000 |

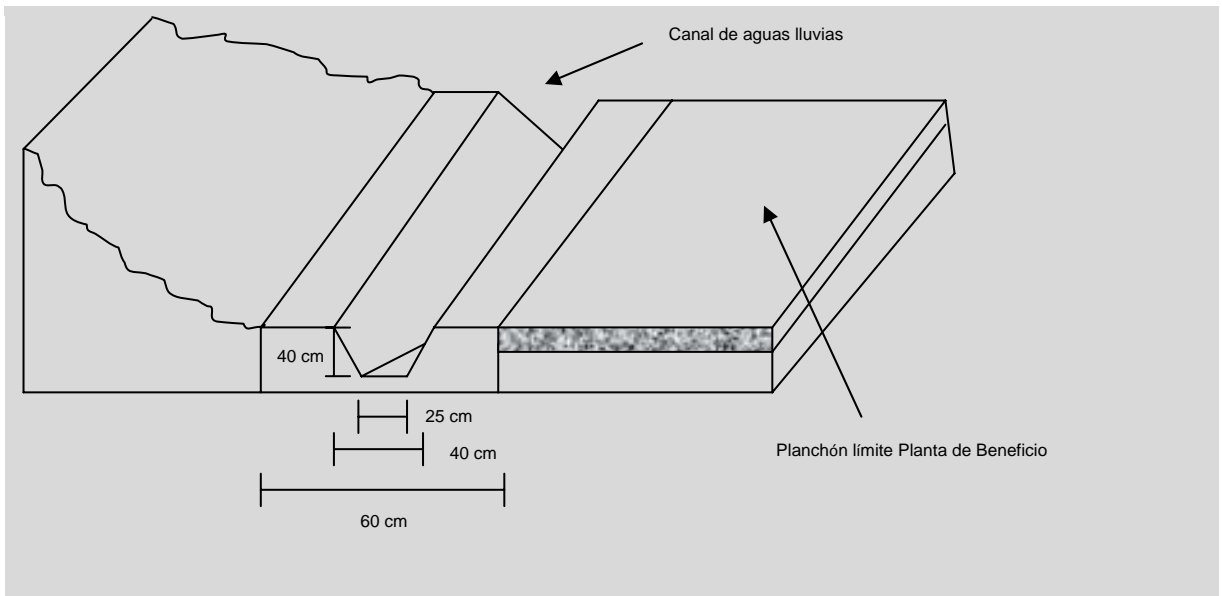
FICHA No. 5

| PROGRAMA DE ADECUACIÓN DE ESCOMBRERAS | | | |
|---|-----------|--|--------------|
| OBJETIVO | | ESQUEMA REPRESENTATIVO | |
| <p>Mantener y adecuar las escombreras para almacenar y disponer correctamente los estériles o residuos sólidos de la explotación.</p> | |  | |
| <p>ETAPA: Operativa, durante la disposición de los residuos de la explotación.</p> | | | |
| IMPACTOS AMBIENTALES | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
| Cambio en la calidad físico – química del agua | Directo | Segura | Permanente |
| Aumento del caudal de agua | Indirecto | Eventual | Temporal |
| Modificación del paisaje | Indirecto | Eventual | Permanente |
| Incremento de áreas inestables | Indirecto | Eventual | Permanente |
| Desplazamiento de fauna | Directo | Eventual | Permanente |
| Reducción de área con cobertura vegetal | Directo | Eventual | Permanente |
| Daños en la infraestructura vial | Indirecto | Remota | Permanente |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA |
| Máximo | Negativo | Reversible | Control |
| Baja | Negativo | Reversible | Control |
| Media | Negativo | Reversible | Recuperación |
| Máximo | Negativo | Reversible | Protección |
| Máximo | Negativo | Reversible | Prevención |
| Máximo | Negativo | Reversible | Compensación |
| Medio | Negativo | Negativo | Restauración |
| CAUSA DEL IMPACTO | | EFECTO AMBIENTAL | |
| Almacenamiento y disposición de estériles o residuos sólidos | | Generación de drenaje ácido de roca | |

| | |
|---|--|
| de la explotación. | Alteración del paisaje Disminución de cobertura vegetal Alteración de hábitats faunístico Incremento del tráfico vehicular |
| ACCIONES A DESARROLLAR | |
| <p>Construir barreras o muros de gaviones para el confinamiento de los materiales estériles evitando que se deslicen y obstruyan el cauce de la quebrada o que entre en contacto con el agua de la corriente. Implementar un sistema de transporte de los estériles hacia las escombreras. Construir cunetas para la captación y conducción de las aguas de escorrentía o lluvias, incluyendo los filtros del drenaje de la escombrera Cuando se clausure la escombrera recuperar el área mediante capa de suelo y revegetalización</p> | |
| TECNOLOGÍAS UTILIZADAS | |
| <p>Para el transporte de los estériles hacia las escombreras habilitar vías con rieles y conducirlos a través de vagonetas. Instalar un breke para el transporte aéreo de estériles. El llenado de la escombrera se hará por vaciado en dique de retención en pie</p> | |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE | |
| <p>Construcciones preliminares (barreras físicas, filtros y cunetas) (seis meses después de la aprobación del plan de manejo) La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero.</p> | |
| LUGAR DE APLICACIÓN Y PERSONAL REQUERIDO | <p>Se ubicará la escombrera en un terreno que no sea atravesado por corrientes de agua y en lo posible alejado de fuentes de agua, rondas de cauces y zonas protegidas. Las construcciones preliminares se harán con personal contratado para tal fin</p> |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | <p>Se inspeccionará periódicamente el correcto almacenamiento de los estériles. Se verificará el medio de transporte empleado de los estériles hacia las escombreras. Realizar el registro de avance de ejecución de la adecuación de la escombrera.</p> |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | <p>Construcciones preliminares: \$ 10'000.000 Operación y Mantenimiento: \$500.000/mes</p> |

FICHA No. 6

| PROGRAMA DE MANEJO AGUAS DE ESCORRENTÍA | | | |
|---|----------|--|-------------------------------|
| OBJETIVO | | ESQUEMA REPRESENTATIVO | |
| <p>Captar y conducir las aguas lluvias para evitar el contacto con arenas, estériles e impedir la socavación y erosión del terreno.</p> | |  | |
| <p>ETAPA: Operativa, durante la etapa de desarrollo del proyecto</p> | | | |
| IMPACTOS AMBIENTALES | | TIPO | PROBABILIDAD |
| Contaminación del agua | | Indirecto | Remota |
| Aumento de la capacidad erosiva | | Indirecto | Eventual |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA |
| Medio | Negativo | Reversible | Control |
| Medio | Negativo | Irreversible | Protección |
| CAUSA DEL IMPACTO | | | EFECTO AMBIENTAL |
| Mal manejo de aguas lluvias | | | Cambio en la calidad del agua |
| ACCIONES A DESARROLLAR | | | |
| <p>En las partes altas en los sitios de acumulación o secado de arenas y en las escombreras de estériles, construir cunetas de captación de aguas de escorrentía ó lluvia. Construcción de estructuras de entrega como enrocados o gradas de disipación.</p> | | | |
| TECNOLOGÍAS UTILIZADAS | | | |
| Seguir procedimientos de métodos constructivos de acuerdo a las exigencias del terreno. | | | |
| DISEÑO | | | |
| DISEÑO DE CANAL DE AGUAS LLUVIAS | | | |




CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE

La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero.
 El tiempo de construcción de adecuación de escombreras.

| | |
|---|--|
| LUGAR DE APLICACIÓN Y PERSONAL REQUERIDO | Sitio de adecuación de escombreras y de almacenamiento o acumulación de arenas. El personal de obra. |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | Registrar el avance de construcción de los canales. Una vez construido evitar el taponamiento por residuos sólidos. |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | Construcción: \$6.000.000 Operación y Mantenimiento: \$500.000 (Mensual) |

FICHA No. 7

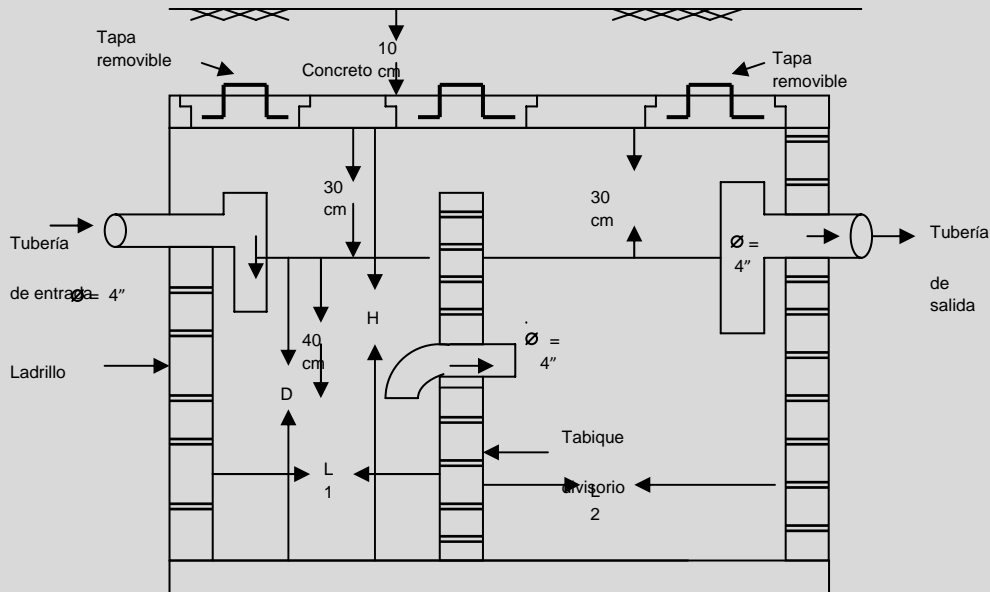
| PROGRAMA DE MANEJO AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS | | | |
|--|----------|--|------------|
| OBJETIVO | | ESQUEMA REPRESENTATIVO | |
| <p>Manejar, tratar y disponer las aguas residuales domésticas originadas en la empresa minera de modo que permita el cumplimiento de las Normas de Vertimiento.</p> | |  | |
| <p>ETAPA: Operativa, durante el desarrollo del proyecto</p> | | | |
| IMPACTOS AMBIENTALES | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
| Contaminación del agua | Directo | Segura | Permanente |
| Contaminación del suelo | Directo | Segura | Temporal |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | Permanente |
| Máximo | Negativo | Reversible | Control |
| Máximo | Negativo | Reversible | Mitigación |
| CAUSA DEL IMPACTO | | EFECTO AMBIENTAL | |
| Vertimiento de aguas residuales domésticas | | Deterioro del ambiente local, | |
| ACCIONES A DESARROLLAR | | | |
| <p>Construir o instalar un sistema de tratamiento que cumpla con las Normas de Vertimiento. Elaborar un manual de mantenimiento y operación del sistema séptico.</p> | | | |
| TECNOLOGÍAS UTILIZADAS | | | |
| <p>Características técnicas y condiciones de operación del tanque séptico en funcionamiento. Si se instala un tratamiento de aguas residuales de tipo prefabricado, con condiciones técnicas de instalación como capacidad, área de ocupación especificaciones del pozo etc.</p> | | | |
| DISEÑO | | | |
| <p>El sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas consta de dos pozos sépticos, uno ya instalado en la plantas de beneficio y uno por instalarse tipo prefabricado (Rotoplast) de material plástico, diseñado para una población de 5 personas. $V= QXPXT$ donde $V=$ Volumen , $Q=$ Caudal $P=$ No. de habitantes $T=$</p> | | | |

Periodo de retención.

$$V = 200 \text{ L/habitantes/días} \times 5 \text{ habitantes} \times 1 \text{ día} = 1000 \text{ Litros} = 1 \text{ m}^3.$$

Estos pozos sépticos lo anteceden unas trampas grasas y antes de la descarga final se trata mediante filtración en el terreno, las otras especificaciones de fabricación se anexan.

El pozo séptico construido e instalado está sobredimensionado ya que tiene una capacidad total de 2 m³, teniendo un 25% de almacenamiento de volumen de lodos del volumen útil del tanque.



CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE

Verificar de forma inmediata los sistemas de tratamiento en funcionamiento y en 2 meses los detalles de instalación de los que se van a instalar.

La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero.


| | |
|---|---|
| LUGAR DE APLICACIÓN Y PERSONAL REQUERIDO | La ubicación del pozo séptico dependerá de ciertos requisitos especiales como área mínima exigida, características del suelo y distancias mínimas de localización con respecto a otras fuentes, vías, caminos etc. |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | Verificar o monitorear que los sistemas de tratamiento cumpla con las normas de vertimiento. Inspeccionar la operación y la periodicidad de mantenimiento de las unidades que conforman el sistema de tratamiento. Registrar el avance de instalación del sistema de tratamiento. |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | Construcción: \$2.000.000 Mantenimiento: \$50.0000 (Mensual) |

FICHA No. 8


| PROGRAMA DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA | | | |
|--|--|--|--------------|
| OBJETIVO | ESQUEMA REPRESENTATIVO | | |
| Control de emisiones atmosféricas por uso de combustibles y explosivos. |  | | |
| ETAPA: Operativa, durante la explotación del mineral y proceso de beneficio. | | | |
| IMPACTOS AMBIENTALES | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
| Cambios en la calidad físico – química del agua | Acumulativo | Segura | Indiferente |
| Modificación hidrodinámica de la corriente | Residual | Remota | Indiferente |
| Incremento de enfermedades auditivas | Directo | Segura | Permanente |
| Incremento de enfermedades nerviosas | Directo | Eventual | Esporádico |
| Incremento de enfermedades respiratorias | Directo | Eventual | Temporal |
| Modificación del paisaje | Indirecto | Remota | Indiferente |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA |
| Mínimo | Negativo | Reversible | Prevención |
| Mínimo | Negativo | Reversible | Prevención |
| Máximo | Negativo | Irreversible | Protección |
| Máximo | Negativo | Reversible | Prevención |
| Medio | Negativo | Reversible | Protección |
| Mínimo | Negativo | Reversible | Recuperación |
| CAUSA DEL IMPACTO | | EFECTO AMBIENTAL | |
| Liberación de gases de combustión, vapores químicos y gases por explosivos | | Deterioro de la calidad del aire Problemas en la salud de los operarios | |

| ACCIONES A DESARROLLAR | |
|---|--|
| <p>Control de explosivos dentro de las galerías teniendo en cuenta el reglamento de minería correspondiente a salud ocupacional.</p> <p>Ventilar para la evacuación de gases producidos por voladura de roca.</p> <p>Programar la voladura de roca.</p> <p>Realizar inspecciones de mantenimiento sincronización, preventivo y /o correctivo de la maquinaria de uso en la explotación.</p> <p>Realizar un buen manejo, manipulación y almacenamiento de reactivo químicos (Cianuro, Zinc y Cal).</p> | |
| TECNOLOGÍAS UTILIZADAS | |
| <p>Utilizar ventilación por tiro natural, ventiladores mecánicos y tubería de ventilación.</p> | |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE | |
| <p>Las acciones de evacuación de gases dentro de la mina es de carácter inmediato, al igual que el mantenimiento de la maquinaria y en especial aquella que utilice combustibles fósiles.</p> <p>La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero.</p> | |
| LUGAR DE APLICACIÓN Y PERSONAL REQUERIDO | <p>Dentro de la mina y en lugar donde se emplea la maquinaria.</p> <p>En la zona de fundición</p> |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | <p>Definir la periodicidad de mantenimiento y solicitar las pruebas y certificaciones de emisiones que sean necesarias.</p> <p>Verificar que la voladura de roca se realice al final de la jornada de trabajo y dejar por lo menos doce horas para que los gases de voladura sean evacuados antes de que los trabajadores vuelvan a entrar.</p> <p>Verificar los aspectos toxicológicos de las sustancias químicas y lo ordenado por la normatividad minera y ambiental aplicable.</p> |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | <p>Instalación de una chimenea y campana: \$2.000.000</p> <p>Operación: \$100.00 (Mensual).</p> |

FICHA No. 9


| PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS | |
|--|--|
| OBJETIVO | ESQUEMA REPRESENTATIVO |
| <p>Realizar un buen manejo, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos generados por la actividad minera y una adecuada recolección y manejo de los residuos sólidos domésticos.</p> |  |
| <p>ETAPA: Operativa, durante la actividad minera</p> | |

| IMPACTOS AMBIENTALES | | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
|---|----------|--|---|------------|
| Contaminación del agua | | Indirecto | Remota | Temporal |
| Contaminación del suelo | | Acumulativo | Eventual | Temporal |
| Alteración del paisaje | | Indirecto | Segura | Permanente |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA | |
| Medio | Negativo | Reversible | Prevención | |
| Medio | Negativo | Reversible | Control | |
| Máximo | Negativo | Reversible | Restauración | |
| CAUSA DEL IMPACTO | | | EFECTO AMBIENTAL | |
| Mal manejo de residuos sólidos | | | Generación de residuos sólidos | |
| ACCIONES A DESARROLLAR | | | LUGAR DE APLICACIÓN | |
| Recolectar, almacenar y disponer los residuos sólidos domésticos. Contar con canecas de códigos de colores, rotuladas y con bolsas para clasificar y almacenar los residuos sólidos. | | | Los residuos domésticos se dispondrán en los sitios de recolección de la empresa de aseo municipal. | |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE | | Los residuos domésticos se almacenaran en recipientes y se dispondrá con el servicio de aseo del municipio según la programación de recolección de la empresa que presta el servicio. La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero. | | |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | | Evitar la contaminación de cuerpos de agua o zonas protegidas por disposición inadecuada de residuos sólidos. Verificar que se almacenen los residuos domésticos en los recipientes adecuados y cerrados protegidos de las aguas lluvias y que sean recogidos por la empresa de aseo municipal. | | |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | | Insumos y materiales: \$1.000.000 | | |

| PROGRAMA DE MANEJO Y RECUPERACIÓN PAISAJISTICA | | | |
|--|-----------|---|--------------|
| OBJETIVO | | ESQUEMA REPRESENTATIVO | |
| Realizar una compensación y reforestación de áreas de protección ambiental. | |  | |
| ETAPA: Operativa durante las actividades mineras. | | | |
| IMPACTOS AMBIENTALES | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
| Remoción y pérdida de cobertura vegetal | Directo | Segura | Permanente |
| Modificación del paisaje | Directo | Segura | Permanente |
| Desplazamiento de la fauna | Indirecto | Segura | Permanente |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA |
| Máximo | Negativo | Irreversible | Compensación |
| Máximo | Negativo | Irreversible | Recuperación |
| Medio | Negativo | Irreversible | Restauración |
| CAUSA DEL IMPACTO | | EFECTO AMBIENTAL | |
| Sostenimiento de la mina y Acomodación de estériles | | Pérdida de especies vegetales Modificación del hábitat para la fauna Alteración del Paisaje | |
| ACCIONES A DESARROLLAR | | LUGAR DE APLICACIÓN | |
| Reforestación y revegetalización de áreas donde se requiera en especial márgenes de corrientes hídricas. Definir especies autóctonas, fácilmente adaptables agrologicas y climáticas. Definir áreas donde reforestar donde existen problemas de erosión y estabilización como consecuencia de la actividad minera. Antes de iniciar la actividad se debe planear y programar con los operarios la maquinaria equipos y/o herramientas a utilizar, las áreas a reforestar, la cantidad de individuos a | | Sectores determinados por la CDMB Un contratista para la ejecución del trabajo, y su manejo | |

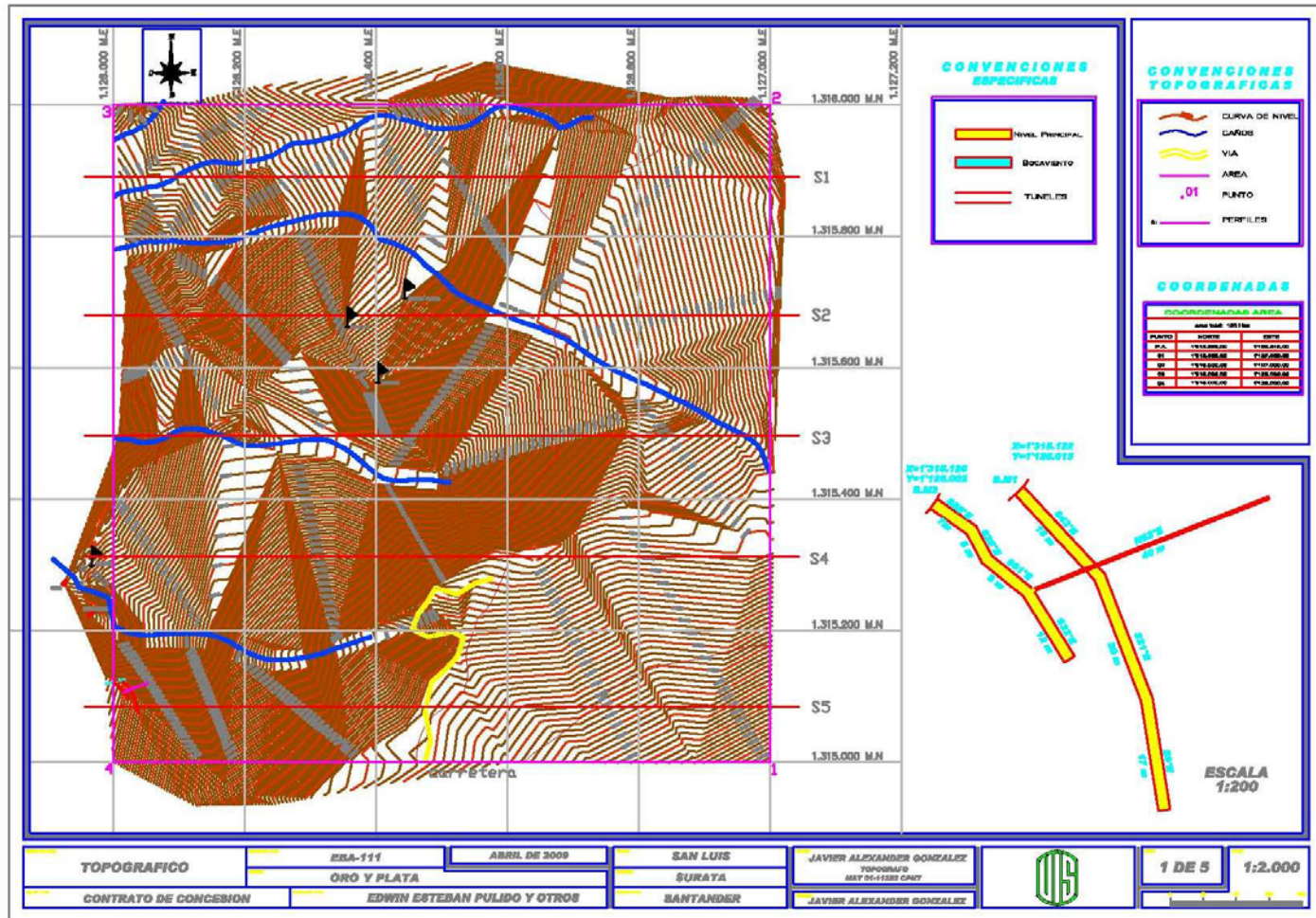
| | |
|---|--|
| compensar y las especies a utilizar. | |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE | |
| <p>Reforestación ya ha sido establecida por esta unidad productiva Participar del programa de reforestación en conjunto con las demás unidades productivas mineras de Vetas (Asociación de Mineros y Joyeros de Vetas) en los sitios y fechas propuestas por la CDMB, de acuerdo con el apoyo solicitado con anterioridad. La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero.</p> | |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE | <p>Los residuos domésticos se almacenaran en recipientes y se dispondrá con el servicio de aseo del municipio según la programación de recolección de la empresa que presta el servicio. La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero.</p> |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | <p>Se verificará que se realice la regeneración natural de las zonas escogidas. Se verificará que la protección ambiental sea de cuencas hidrográficas abastecedoras de acueductos municipales o veredal.</p> |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | <p>Siembra de especies: \$1'000.000 Mantenimiento: \$100.000/mes</p> |

FICHA No. 11

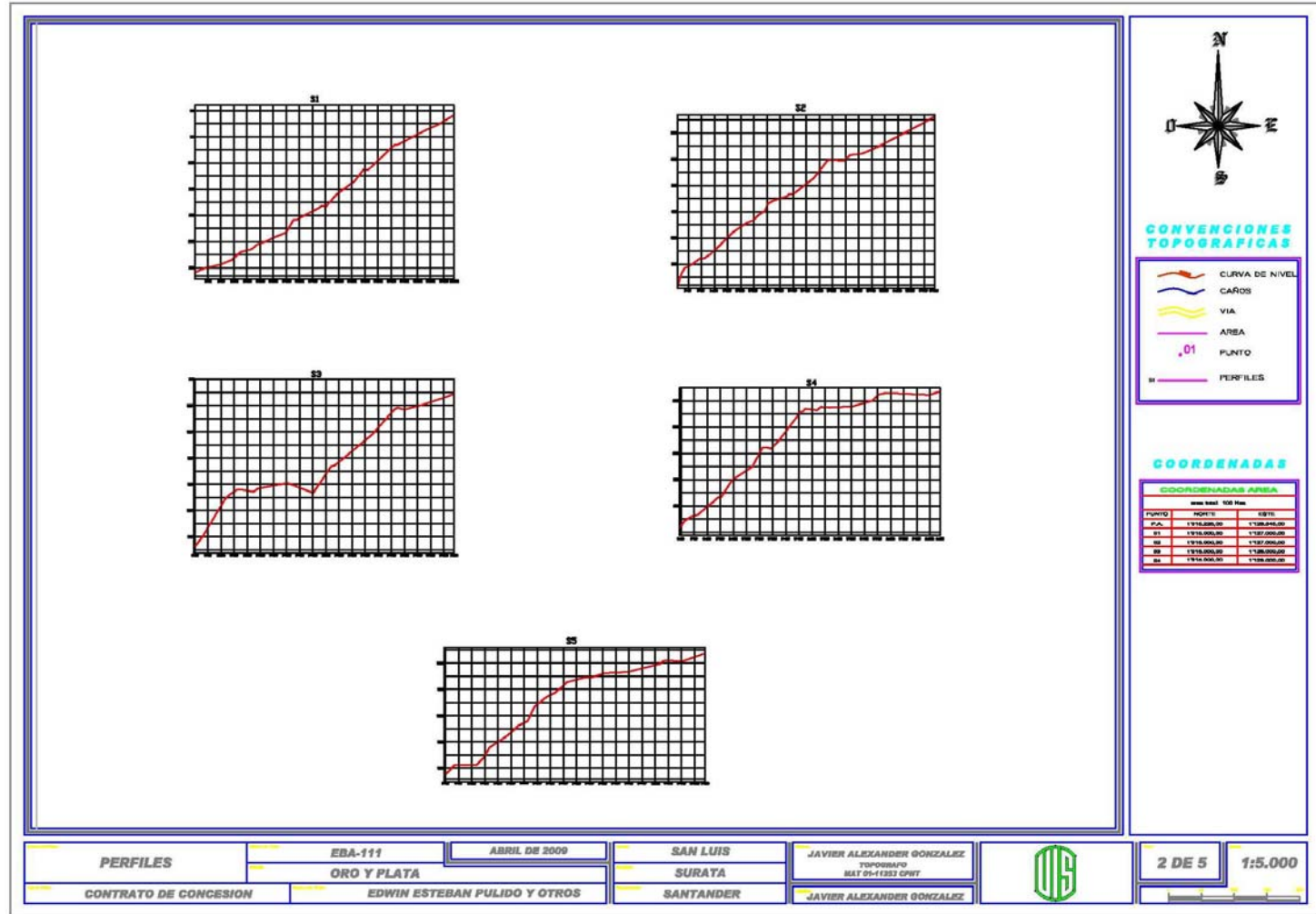
| PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL | | | |
|--|--|--------------|------------|
| OBJETIVO | ESQUEMA REPRESENTATIVO | | |
| Definir los parámetros para prevenir enfermedades profesionales y accidentes de trabajo a los trabajadores que participan en las actividades mineras. |  | | |
| ETAPA: Operativa, durante la explotación del mineral | | | |
| IMPACTOS AMBIENTALES | TIPO | PROBABILIDAD | DURACIÓN |
| Incremento de enfermedades auditivas | Indirecto | Eventual | Permanente |
| Incremento de enfermedades respiratorias | Indirecto | Eventual | Permanente |
| Incremento de enfermedades nerviosas | Acumulativo | Remota | Esporádico |
| MAGNITUD | CARÁCTER | CONDICIÓN | MEDIDA |
| Medio | Negativo | Irreversible | Protección |
| Medio | Negativo | Reversible | Protección |
| Bajo | Negativo | Reversible | Prevención |
| CAUSA DEL IMPACTO | EFECTO AMBIENTAL | | |
| La falta de seguridad social e industrial y elementos de protección | Emisión de material particulado y gases a la atmósfera. Emisión de ruido. | | |
| ACCIONES A DESARROLLAR | | | |
| <p>Proveer a los trabajadores de la mina de equipo de seguridad industrial. Proporcionar la debida señalización dentro y fuera de la mina. Suministrar la iluminación necesaria en la mina. Llevar a cabo los lineamientos establecidos en el comité de higiene y seguridad industrial. Realizar acciones de mejoramiento en el horno de fundición de modo que los gases de combustión no afecte la salud de los trabajadores. Capacitar al personal vinculado al proyecto en primeros auxilios, manejo de equipos, herramientas y sustancias químicas evacuación y medidas y equipos de seguridad. Realizar inducciones sobre la importancia de los elementos de protección personal para evitar la ocurrencia de accidentes. Dotar de extintores rotulados y cargados o medios de extinción apropiados (materiales absorbentes,</p> | | | |

| | |
|--|--|
| barreras, etc.). | |
| TECNOLOGÍAS UTILIZADAS | |
| Utilización de las técnicas necesarias para el diseño y ejecución del programa de salud ocupacional y seguridad industrial | |
| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN Y RESPONSABLE | |
| La responsabilidad es del encargado ambiental del proyecto minero. La seguridad industrial ya ha sido implementada bajo los parámetros de la ARP. | |
| LUGAR DE APLICACIÓN Y PERSONAL REQUERIDO | En la planta con todos los trabajadores de las diferentes áreas. |
| MONITOREO Y SEGUIMIENTO | |
| <p>Inspeccionar la promoción y utilización elementos de protección ambiental como ropa de trabajo, cascos de seguridad de material no conductor de electricidad para protección de la cabeza, gafas protectoras caretas para protección de la cabeza, protectores auditivos, respiradores y mascarillas, guantes plásticos o de cuero grueso, cinturones de seguridad y botas de seguridad etc. Dependiendo de la actividad que desempeña.</p> <p>Verificar la dotación de lámpara eléctrica o lámpara de carburo a cada minero dentro de la mina.</p> <p>Revisar la señalización dentro de la mina como avisos de alerta y peligro y fuera señales preventivas reglamentarias e informativas.</p> <p>Verificar que el comité de higiene y seguridad industrial cumpla con la evaluación de los sitios de trabajo de los operarios y se diseñen los cambios y adaptaciones necesarios para que se disminuyan los riegos y afectaciones sobre los trabajadores mineros. Al igual que las afectaciones por inhalación de gases y vapores por ruido, gases y vapores y riesgos</p> <p>Verificar que se tomen las medidas necesarias de evacuación de gases de combustión en las plantas y humos de zinc del horno de fundición.</p> <p>Verificar que todo el personal cuente con sistema de seguridad en salud y riesgos profesionales.</p> | |
| CUANTIFICACIÓN Y COSTOS | Equipos y elementos de protección personal: \$30.000.000 Valor de avisos de señales informativas, preventivas y restrictivas: \$600.000 |

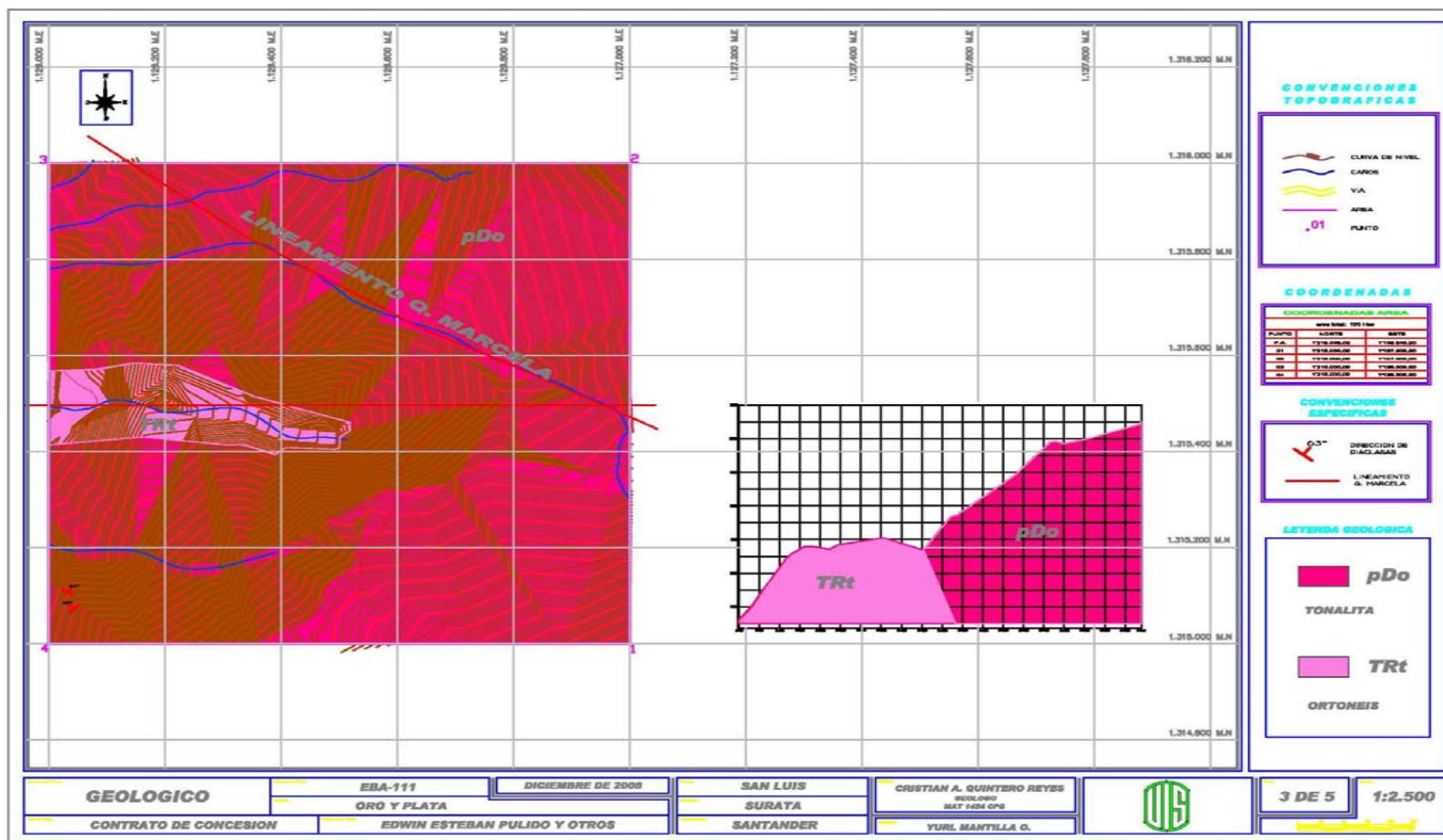
ANEXO E. PLANO TOPOGRAFICO



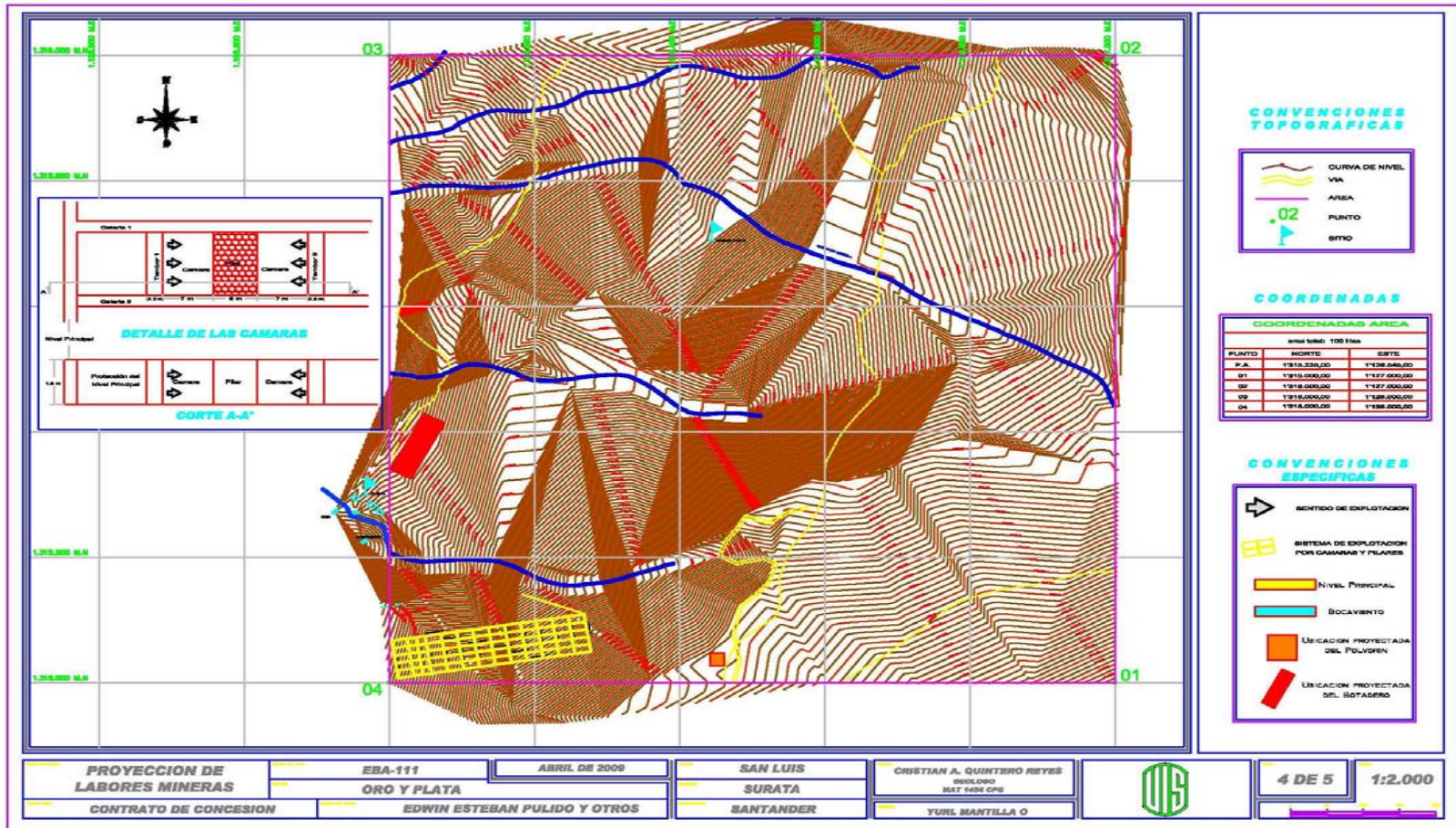
ANEXO F. PERFILES



ANEXO G. PLANO GEOLOGICO



ANEXO H. PLANO MINERO



ANEXO I. PLANO DE VENTILACION

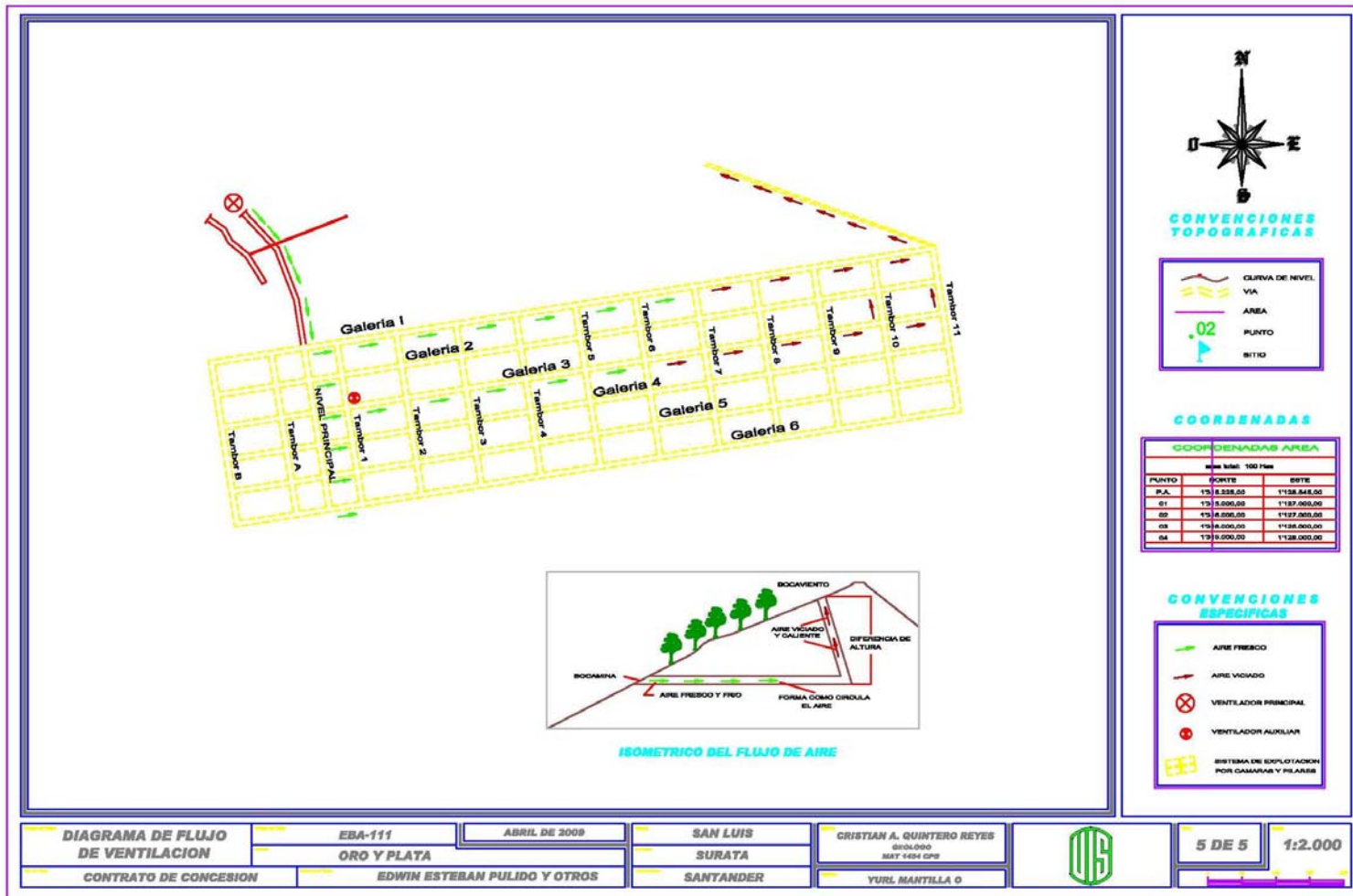


DIAGRAMA DE FLUJO DE VENTILACION

EBA-111
ORO Y PLATA

ABRIL DE 2009

SAN LUIS
SURATA

CRISTIAN A. QUINTERO REYES
8204-000
MAY 1484 EPS



5 DE 5

1:2.000

CONTRATO DE CONCESION

EDWIN ESTEBAN PULIDO Y OTROS

SANTANDER

YURL MANTILLA O