

T
G2Z
EST



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

“Diseño Y Explotación Subterránea del Nivel A de la Mina Expobonanza – San Gerardo Ubicada en el Cantón Pucará
Provincia del Azuay”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MINAS

Presentada por:

TERESA DEL ROCÍO ESTUPIÑÁN MARTÍNEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

2002



D-31724

CIB

AGRADECIMIENTO

A la compañía EXPOBONANZA – SAN GERARDO por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, principalmente a su gerente general Ing. Jorge Rengel P. que confió en mi para ello.

Al los Ing. Fabian Garcés, Patricio Calero, Leonardo Gutiérrez, Carlos Grijalva por los consejos dados.

A mi director de tesis Ing. Jorge Velasco V. por su guía, apoyo y experiencia.

A todos mis amigos y compañeros.

A mis queridos profesores y maestros

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma me han ayudado a llegar hasta aquí.

DEDICATORÍA

A Dios por permitirme llegar hasta aquí.

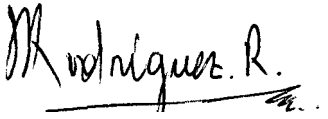
A mi madre Lucrecia por su apoyo incondicional y su gran amor.

A mis Tíos y familiares que siempre han estado conmigo.

A mis queridos amigos

A mis profesores.

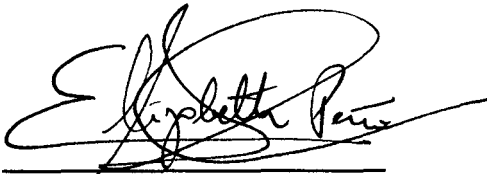
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.



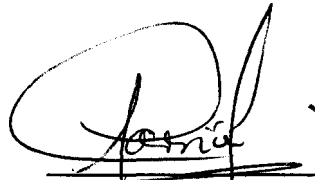
Ing. Julio Rodríguez.
SUBDECANO DE LA
FICT



Ing. Jorge Velasco V.
DIRECTOR DE TESIS



Dra. Elizabeth Peña C.
VOCAL.



Dr. Paúl Garrión M.
VOCAL.

DECLARACIÓN EXPRESA.

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Teresa del Rocío Estupiñán Martínez

ÍNDICE GENERAL

Páginas

INDICE GENERAL	II
RESUMEN	VI
ABREVIATURAS	VIII
SIMBOLOGÍA	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XIII
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES	
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Metodología	3
1.5 Ubicación e Infraestructura del Área	4
CAPÍTULO 2	
2. DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO	

2.1 Geología Regional	6
2.1.1 Estructura	8
2.1.2 Mineralización y Alteración	9
2.2 Geología Local	13
2.3 Levantamiento Geológico de la Mina	15
2.4 Geomecánica de las Rocas	16
2.5 Características Mineralógicas y Petrográficas	17

CAPITULO 3

3. RESERVAS DE MINERAL

3.1 Levantamiento Topográfico de las Labores Mineras del Proyecto	19
3.2 Muestreo y Leyes de Mineral	20
3.2.1 Tipo de Muestra	20
3.2.2 Densidad y Malla de Muestreo	20
3.2.3 Cantidad de Muestra	21
3.3 Calculo de Reservas	22
3.3.1 Cálculo de la Ley Media	22
3.3.2 Método Utilizado para el Calculo de Reservas	23
3.4 Reservas: Probadas, Probables y Posibles	25
3.5 Ley Mínima de Corte	26

CAPÍTULO 4

4. EXPLOTACIÓN

4.1. Condiciones para el Diseño de Explotación	27
--	----

4.1.1. Geométricos	27
4.1.2 Geomecanicos	28
4.1.3. Operativos	31
4.1.4. Ambientales	35
4.2. Selección y Descripción del Método de Explotación..	36
4.3. Maquinaria Minera	43
4.4. Drenaje, Ventilación e Iluminación	45
4.5. Transporte	50
4.5.1. Vagones	50
4.5.2. Winche	52
4.5.3. Camiones	53

CAPITULO 5

5. PRODUCCIÓN MINERA

5.1. Tiempo de Vida de la Explotación	55
5.2. Rendimiento	56
5.3. Eficiencia	56
5.4. Factor de Agotamiento	56
5.5. Plan Calendario de Explotación	57

CAPITULO 6

6. ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1. Datos Básicos	58
6.2. inversión Fija	59
6.3. Costos de Producción	60
6.4. ingresos por Venta	61

6.5. Análisis de Sensibilidad	62
-------------------------------	----

CAPITULO 7

7. ASPECTOS AMBIENTALES

7.1. Línea Base	67
7.1.1. Medio Físico	67
7.1.2. Medio Biótico	74
7.1.3. Medio Socio Cultural	76
7.2. Identificación de los impactos	79
7.3. Evaluación de los Impactos	81
7.4. Plan de Manejo Ambiental	81

CAPITULO 8

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
-----------------------------------	----

ANEXOS	98
--------	----

BIBLIOGRAFÍA	149
--------------	-----

ABREVIATURAS

cm	Centímetros
g.	Gramos
g/m^3	Gramos por centímetros cúbicos
Kg.	Kilogramos
l/s	Litros por segundo
m	Metros
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
m^3	Metros cúbicos
mm	Milímetros
Mpa	Megapascal
Ton	Toneladac

SIMBOLOGÍA

Au	oro
E	Este
Mo	Molibdeno
N	Norte
Pt	<i>Platino</i>
S	Sur
Sb	Antimonio
Sn	Estaño
W	Oeste
wo	Wolframio

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1.1. Mapa del Ecuador, Ubicación del Área	5
Figura 4.1. Método de Corte y Relleno Tradicional mecanizado	29
Figura 4.2. Esquema de Perforación	33
Figura 4.3. Ciclo de producción en el método de corte y relleno	38
Figura 4.4. Método de Cámaras y Pilares	42
Figura 4.5. Circuito en serie de ventilación	49
Figura 5.1. Plan Calendario de Explotación	56
Figura 6.1. Gráfico de Araña en base al VAN	65
Figura 6.2. Gráfico de Araña en base al TIR	66
Figura 7.1. Simbología para análisis de la Matriz de Evaluación	79
Figura 7.2. Forma de escombreras exteriores	84
Figura 7.3. Implantaciones de escombreras con relación al hueco de explotación	85
Figura 7.3. Tipos de escombreras según la secuencia de construcción	87

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 2.1. Propiedades Geomecánicas de las rocas	17
Tabla 3.1. Espaciado entre muestras en función del coeficiente de variación	21
Tabla 3.2. Leyes medias de los distintos bloques	23
Tabla 3.3. Reservas Calculadas	25
Tabla 4.1. Propiedades físico-mecánicas de las rocas	29
Tabla 4.2. Resumen de Método de Corte y Relleno	41
Tabla 4.3. Turnos de transporte de la mina a la planta	53
Tabla 6.1. Inversión Fija	59
Tabla 6.2. Costos Fijos	60
Tabla 6.3. Costos Variables	60
Tabla 6.4. Costos Generales	60
Tabla 6.5. Costo total de Producción	61
Tabla 6.6. Base para el Análisis de Sensibilidad	64
Tabla 7.1. Flora	75
Tabla 7.2. Aves	76
Tabla 7.3. Anfibios y Reptiles	76
Tabla 7.4. Medio Socio Cultural	78
Tabla 7.5. Identificación de los Impactos	80
Tabla 7.6. Valoración de los Impactos	82
Tabla 7.7. Contaminación del Ruido en Minería	92

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Páginas
Foto 4.1. Cámaras y Pilares con el Relleno del Mina EXPOBONANZA- San Gerardo	28
Foto 4.2. Entibado de madera inicio de la labor minera	31
Foto 4.3. Relleno al Granel de la Mina	39
Foto 4.4. Bomba de succión en el pozo 3 (P3)	46
Foto 4.5. Vagones de 1 tonelada saliendo con el material	51
Foto 7.1. Volteador de carros, se puede observar los rieles	83
Foto 7.2. Botadero marcado con línea roja, carretera marcada con línea azul	89
Foto 7.3. Material estéril utilizado como relleno dentro de la labor minera	90

RESUMEN

El objetivo principal del presente estudio es el de diseñar la explotación subterránea del nivel A de la mina EXPOBONANZA – SAN GERARDO. El diseño permitirá definir el proceso de preparación, desarrollo y producción de la referida mina aurífera, ubicada en el Sector San Gerardo parroquia Ponce Enríquez, cantón Pucará, provincia del Azuay.

Teniendo como base la topografía de superficie y subterránea de la mina, se efectuó el levantamiento geológico del sector, complementado con la investigación de campo en la toma de muestras de rocas, análisis químicos, petrográficos, mineralógicos y valoración de las mismas, cuyos resultados fueron utilizados en la elaboración de mapas, tablas de valores de leyes de oro de los diferentes bloques, cálculo de reservas, así como la proyección económica de la explotación.

En los siguientes capítulos se describe la geología de la región y de la labor minera. Además el método utilizado para el cálculo de reservas, los resultados de los muestreos, la distribución lognormal de las leyes del yacimiento, la utilización de los criterios para el diseño como lo son los geométricos, geomecánicos, operativos y ambientales y la elección del método de explotación subterráneo el cual es una combinación de cámaras abiertas con corte y relleno, el tipo de explosivos utilizados para la misma y la maquinaria minera.

La planificación de la explotación de la mina se basa en el plan calendario de extracción, que proporcione los datos de producción minera utilizados en el análisis económico que incluye la inversión fija, costos de producción, costos totales, ley mínima de corte y un análisis de sensibilidad.

Los aspectos ambientales comprende la línea base, identificación y valoración de los impactos, así como el plan de manejo y mitigación de los impactos.

La conclusión y recomendación más importante tiene que ver con el diseño de explotación y la viabilidad favorable tanto técnica, económica y ambiental.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN.

La creciente demanda de metales, así como el hecho que los yacimientos cerca de la superficie, ricos, fáciles de explotar, son cada vez mas raros, encontrándonos con estructuras mas profundas, nos conduce a la explotación subterránea, la misma que no es solo un problema técnico minero, sino también económico y ambiental. Las empresas dedicadas a esta actividad deben tener una planificación ingenieril, que contemple el análisis de los problemas mineros en su aspecto técnico, económico, ambiental y social, así como la aplicación eficiente de la correspondiente norma que resuelva los problemas.

El diseño de la mina permite definir todo el proceso productivo de preparación, desarrollo y extracción de mineral de la Mina EXPOBONANZA – San Gerardo, llevado acabo entre junio del 2001 a febrero del 2002 por la empresa EXPOBONANZA S.A. concesionaria del área Pinglio I, lugar donde se encuentra ubicada la mina.

1.2. ANTECEDENTES.

El campo minero San Gerardo, ubicado en la parte central-septentrional del campo mineral Ponce Enríquez se ha convertido en los Últimos tiempos en un sector de pequeña y mediana minería.

Es en este campo minero donde la Compañía EXPOBONANZA S.A. en 1999 decide abrir una planta de tratamiento para las arenas del sector. Luego de un largo estudio y varios análisis de pruebas tomadas abren la mina EXPOBONANZA – San Gerardo en el sector de San Antonio, motivo del presente trabajo.

EXPOBONANZA S. A. es una compañía que comenzó como la sociedad Bonanza en el sector de Bella Rica en 1900, luego y por efectos legales formo una compañía minera que con el nombre de EXPOBONANZA S.A. esta tratando de expandir sus actividades a otras áreas mineras del país, que con un capital netamente nacional genera rubros para el estado así como también brinda fuentes de trabajo a jóvenes profesionales con asesoramiento de técnicos experimentados. Adicionalmente la empresa cumple una labor social con las comunidades que se encuentran dentro del área de concesión.

1.3. OBJETIVOS.

El objetivo fundamental es el de diseñar la explotación del nivel A de la mina, que permita definir el proceso productivo de preparación, desarrollo y extracción, así como tomar las medidas ambientales que sustenten una explotación minera racional, buscando una mayor

eficiencia técnico-económica que permita incrementar los beneficios sociales a las comunidades del sector, así como a la empresa.

El complementario tiene que ver con la elaboración de un plan calendario de actividades de la producción de la mina EXPOBONANZA – San Gerardo.

1.4. METODOLOGÍA.

- Topográfica (trabajo de campo y oficina).
 - Levantamiento topográfico de las labores de superficie y de la mina.

- Geológica (trabajo de campo y oficina).
 - Desarrollo de geología local.
 - Mapa geológico y estructural de la mina Expobonanza – San Gerardo
 - Toma de muestras.
 - Análisis mineralógico / petrográfica de rocas.

- Minera (trabajo de campo y oficina).
 - Toma de muestras.
 - Análisis físico-mecánicos
 - Cálculo de reservas.
 - Toma de tiempo de perforación, acarreo y transporte.

1.5. UBICACIÓN E INFRAESTRUCTURA DEL AREA.

El proyecto EXPOBONANZA – San Gerardo se ubica en la provincia del Azuay, cantón Pucara, perteneciente a la parroquia Ponce Enríquez, dentro de la concesión denominada Pinglio I en el Sector de San Gerardo (Hoja Ponce Enríquez – Sector San Gerardo). La boca Mina Expobonanza – San Gerardo está ubicada en las coordenadas UTM 653036.6484 9663569.278 en dirección norte noreste. El eje de la labor principal (nivel base) tiene una longitud de 400 m, con un ancho promedio de 3m.

Se puede acceder a la mina desde Guayaquil por la carretera vía Machala hasta Shumiral y desde este punto de tercer orden Shumiral - San Gerardo - San Antonio, el trayecto se lo cubre en 4 horas .

La energía eléctrica que posee la empresa es a través de generador y no de red eléctrica nacional.

La compañía cuenta actualmente con dos campamentos, uno en la planta de beneficio y otro en la mina. En la mina existe cuatro viviendas distribuidas en comedor, bodega, oficina y dormitorios tanto para personal administrativo como para los trabajadores.

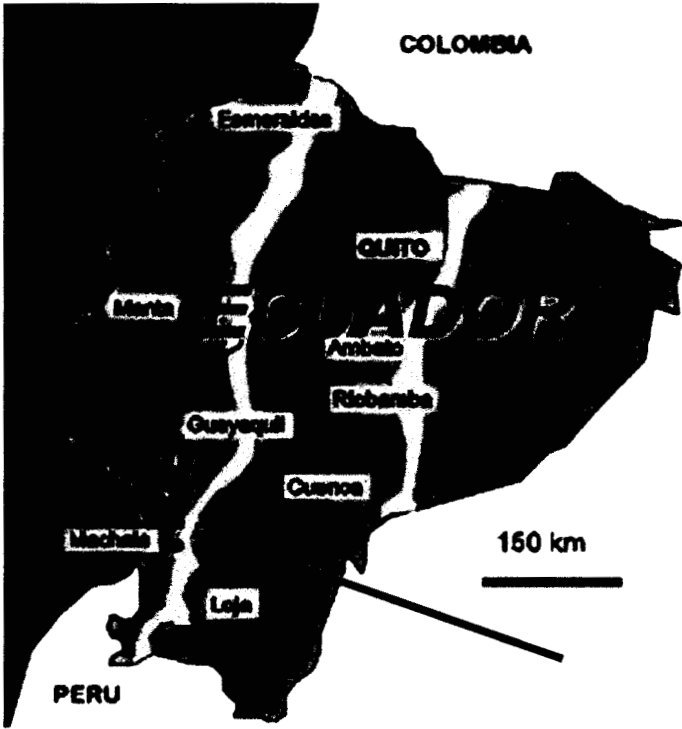


Fig. 1.1 Mapa del Ecuador, Ubicación del área.

CAPITULO 2

DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL¹.

El campo minero San Gerardo está delimitado por varias fallas de rumbo NW-SE: Río Tenguel , en el sur y Río Chico y Río Tenguelillo (afluentes del Río Galera) en el norte. Dentro de este sector la unidad Pallatanga está caracterizada por una asociación ofiolítica compuesta principalmente por los basaltos Bella Rica, localmente almohadilla, con hialoclasticas y sedimentos pelágicos (cherts) intraflujo, intrusiones y rebanadas tectónicas de microgabros, gabros y rocas ultramáficas.

¹ Evaluación de Distritos Mineros del Ecuador, tomo 4: Depósitos Porfídicos y Epi-Mesotermiales

Dentro de esta secuencia, paralelas al sector sur de la falla del Río Chico, hay por lo menos cuatro unidades de brechas de techo de flujos de composición basálticos o basalto-andesítica, intercaladas con flujos basálticos masivos que pasan lateralmente de modo gradual a volcanoclásticas indiferenciadas. Característicamente, estas brechas contienen fragmento de cáscara de almohadilla y son esencialmente hialoclasticas.

Localmente la matriz y los fragmentos de basaltos están silicificados, dando la impresión de una roca de composición intermedia. Un grupo de bandas anastomosadas de serpentinitas foliadas está situada a lo largo de la zona de la falla río chico y sus fallas menores asociadas, de rumbo NE, también tienen películas de serpentinita. Un cuerpo grande de serpentinita de tenguelillo dentro de los Basaltos Bella Rica está elongado en esta dirección.

Las rocas de Unidad Pallatanga están localmente recubiertas de modo por relictos exteriores de tobas de lapilli líticas y brechas tobáceas dacíticas y andesíticas relacionadas con el emplazamiento de complejos intrusivo-extrusivo calco-alcalinos del Grupo Saraguro.

Al este del sector Tenguelillo y al NW, en la divisoria entre los ríos Gala y Chico, aparecen grandes intrusiones de granodioritas, mayormente de grano medio o textura porfídica que se extiende a parches hacia el Norte y representan el techo parcialmente expuesto de la extensión Sur del Batolito de Chaucha. También hay cuerpos de brechas hidrotermales y diques de guijarros

3. Fallas de rumbo aproximado E-W que forman rasgos geomorfológicos importantes, ej. Bajo Río Chico, Río Gala y Estero Cadial. **Más** al sur la Falla Río Jubones, de rumbo E-W, delimitan la extensión meridional de la Unidad Pallatanga.
4. Fallas de rumbo entre NE-SW y ENE-WSW, como Estero Guagua Coca y Quebrada Las Minas, las cuales han tenido un control secundario de la mineralización. Se nota una línea de yacimientos especialmente asociada con La Falla Las Minas y su explotación al NE. Esta falla tiene una inclinación moderada al **SE** (un ángulo menor al de la estratificación (52°)) y los pliegues de arrastre ampliamente indican que es una falla inversa o cabalgamiento.

2.1.2. Mineralización y Alteración.

Presenta zonas con diferentes orientaciones de vetas anastomosantes, fisuras extensionales lenticulares, vetas de rotura-sellado y de brechas. Se han desarrollado algunos “stock-works” entre las vetas y los grupos de vetas poco espaciados, y zonas más extensas de mineralización sub-económico en “stockwork aparecen asociados a los complejos dacíticos –riodalíticos de Don Ernesto y San Gerardo.

Una asociación de alteración con clorita MgFe-illita-carbonato está relacionada con la mineralización aurífera y superpuesta, a escala de distrito, a la alteración propilítica (clorita Fe-epidota) de las volcanitas máficas y sedimentos relacionados. Las volcanitas dacíticas se caracterizan por una alteración de sílice-carbonato-arcillas (illita- montmorillonita-grupo del caolín).

Hay cinco sectores de explotación y los detalles, tanto de las minas individuales, como los resultados de estos sectores están resumidos en la tabla 1 (ver en anexo 2.1).

1. El Sector Tres Cruces y Quebrada Las Minas al SW y Sur del sector San Gerardo tienen algunos trabajos pocos desarrollados. Las rocas encajantes comprenden principalmente volcanitas de composición intermedia (basaltos andesíticos a dacitas) y sus rocas volcanoclásticas asociadas. En la parte más elevada del campo aurífero i.e.(1600msnm) (Cerro Tres Cruces:1714msnm), al Sur de la Falla Las Minas, las vetas tienen rumbo predominante NW-SE (buzamiento 40-55° al SW), E-W (buzamiento 10-56° al S), NNE-SSW (buzamiento 20-50° al ESE) y NE-SW (buzamiento 30-50° al SE). Típicamente son vetas-falla (1m de espesor) con zonas de brechas, miilitonización y silicificación con vetillas y lentes mineralizadas. Todas las minas examinadas en este sector, excepto la mina Tres Cruces están ubicada en la quebrada Las Minas y son principalmente paralelas o subparalelas a la Falla Qda. Las Minas.
2. El sector San Gerardo, donde los yacimientos están situados dentro de los complejos intrusivos-extrusivos riódacíticos del sur de la falla Río Chico. El cerro Don Ernesto está caracterizado por una mineralización de Sb-Au alojada dentro de un juego de fallas-vetillas de rumbo NNW-SSE, con buzamiento 45-65° al WSW y zonas de cizallas con “stockworks” de rumbo N-S y buzamiento 25-30° al oeste. También hay diseminaciones irregulares de estibina que forman halos alrededor de las zonas de cizalla. Mina El

- Encanto está ubicada en el margen oriental del complejo riódacítico San Gerardo y la mineralización esta alojada en las zonas de lapilli dacítas. El contacto está definido por una falla inversa de rumbo N-S con buzamiento hacia el este. El sistema de vetas/vetillas buza un ángulo pequeño al este y describe una superficie arqueada con un rumbo entre **NW** y **NNE**. Estas vetillas están invariablemente ligadas por vetas de segundo orden buzando al SW (**SSW** y **WSW**). Las fallas normales tardío o post-mineralización, desplazan las vetas; las más comunes con un buzamiento al ESE, en la dirección de buzamiento de la zona mineralizada y las zonas acompañadas, localmente por otro grupo conjugado que buza en ángulo más bajo al **WNW**. Mina San Antonio quizás sea el ejemplo más gráfico de mineralización localizada dentro de las rampas de cabalgamientos que buzando al SE (entre **ESE** y **S**). Las andesitas almohadillas han sido transportadas sobre las dacítas (tobas de lapilli y brechas con flujos soldados). También hay lentes estrechos de roca máfica (basalto) altamente deformados y alterados (flujo o dique desmembrado) a lo largo de los planos mineralizados
3. El sector Las Paralelas (o Pinglio) donde la mineralización está alojada dentro de veta-falla situadas en los bordes de una unidad de brechas voicanoclásticas de rumbo NW-NNW expuestas a lo largo de la quebrada Pinglio, sobre un rango vertical de 300 metros. La veta Luis V define el borde occidental del cinturón, y la veta Flor María junto con una rama más norte (Guagua Inca), que curva al oeste y corta oblicuamente la secuencia. forma el lado orienta.

La veta Luis V está formado principalmente por dos vetas subparalelas (de ahí el nombre), localmente anastomosadas, con pantallas de roca encajante fuertemente silicificada que en partes tiene un stockwork de vetillas con cuarzo, pirita y arsenopirita. Los estudios petrográficos muestran que la pantalla de la roca de caja alterada de la parte superior es un dique dacítico. Además de silicificado esta roca está penetrativamente carbonizada y tiene un moteado argílico verde distintivo (entre bandeados de illita-esmectita). La veta Luis V, tiene un rumbo general NW- SE, con inflexiones en forma de z abierta en planta, Está truncado en el sur por una falla de rumbo E-W con desplazamiento dextral normal.

4. El sector la fortuna sur incluye la mineralización en el lado sur de la falla Río Chico. Está compuesto principalmente por lavas almohadillas basálticas unidades de Brechas volcanoclasticas basaltico andesíticas y MicroGabros masivos.
5. El sector de la Fortuna Norte (ver la tabla) incluye estructuras mineralizadas dentro de un cinturón de serpentinita por el lado norte en la zona de falla río Chico. Se trata de vetas-fallas principalmente paralelas o subparalelas ej. NW-SE-WNW-ESE. Minas Ecuaminas y Nuevo Amanecer, explotan la misma veta que es paralela al contacto fallado septentrional de un cuerpo elongado, de Microgranodiorita. La veta-falla explotada por la mina El Licor está situada cerca del contacto septentrional del cinturón de Serpentinita y tiene un rumbo E-W. Ambos sistemas tiene dos estructuras que se unen en profundidad: una subvertical en el techo y una inclinación moderada en el muro.

2.2. GEOLOGIA LOCAL'

En el sector afloran rocas del complejo intrusivo, extrusivo dacíticos-riodacítos (localmente soldados) y ocupan una planicie elevada (1200-1600 m.s.n.m) donde está ubicada la localidad de San Gerardo. Al menos cuatro cuerpos de pórfido de cuarzo han sido reconocidos, siendo lo más conspicuos las lomas Duran y Don Ernesto. Estos cuerpos están fuertemente meteorizados y los complejos riodacíticos de San Gerardo y Don Ernesto están parcialmente cubiertos por una secuencia de sedimentos compuesta de lutitas, limolitas y conglomerados polimícticos (riodacitas retrabajadas). Ha sido encontrado madera y hojas fosilizadas. Los conglomerados comprenden los clastos portados bien redondeados (1-5 cm) de andesita, riolita, obsideana, chert, jaspe y cuarzo de veta, con diseminación de pirita en la matriz(7%). En la cantera de arrastre de Cerro Don Ernesto, la litología aparentemente varía entre toba dacítica de cristal cuarzo y toba de cristal-lítica riodacítica con cristales de cuarzo euhdrales y redondeados (<1 5mm, 10-12%), feldespatos subhedrales y clastos de granodiorita y samita biotítica. Los stock intrusivos relacionado con el magmatismo cenozoico tardío incluyen granodioritas, tonalitas, cuarzo-dioritas y dioritas horbléndicas mayormente grano medio o textura porfídica. también hay cuerpos de brechas magmato-hidrotermales y diques de guijarros.

El rasgo morfológico más evidente que controla el curso de agua, son los planos de buzamiento vertical +/- 25°N. Sin embargo, hay brechas tectónicas y fallas vetas mineralizadas con buzamiento 35-50' al SW en los bordes de una unidad de brechas volcanoclásticas. Los criterios cinemáticos indican que son fallas inversas.

La paragenesis de la mineralización de San Gerardo ha sido descrito por Flores (1994) en términos generales de la evolución magmato – hidrotermal a escala de distrito en la deposición mineral en las vetas tuvo lugar durante la tercera fase de mineralización. Esta fue dividida en tres estadios:

1. carbonatización con depósitos de pirita diseminada
2. depósitos de pirita, arsenopirita y oro durante el periodo de máxima actividad tectónica y
3. deposición post-deformación de pequeñas cantidades de pirita, esfalerita y galena.

La revisión de las relaciones interminerales y las texturas de las vetas en términos de la evolución de las estructuras que alojan al mineral ha revelado que el esquema anterior no es totalmente correcto. De acuerdo a resultados obtenidos de muestras tratadas los sulfuros principales son pirita y arsenopirita, muestran repetidas fases de deposición, es la asociación mineral de ganga la que da la clave para establecer la paragenesis.

Los resultados de esta evaluación muestran al menos tres, y frecuentemente cuatro, estadios de deposición de minerales de ganga con un patrón general de cuarzo /sílice fino que esta brechificado y seguido por cuarzo aurífero grueso y después carbonatos.

La paragenesis general de los depósitos de San Gerardo al Sur de la Falla Río Chico se resume:

1. Cuarzo / sílice temprano fino +/- carbonato menor con arsenopirita fina, pirita menor +/- calopirita.

2. Brechificación generalizada (carbonato +/- cuarzo menor y arsenopirita y/o pirita).
3. Cuarzo grueso +/- carbonato intersticial con pirita, esfalerita y oro nativo +/- arsenopirita +/- calcopirita +/- bornita +/- estibina +/- tennantita.
4. Carbonato –como niveles de grano fino o como agregados de hojas gruesas +/- cuarzo +/- pirita +/- calcopirita +/- arsenopirita +/- oro. Localmente asociado con la segunda fase brechificación.
5. Cizallas y fracturas entrecruzadas tardías con carbonato y sin sulfuro.

2.3. LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO DE LA MINA.

En la mina EXPOBONANZA - SAN GERARDO existe una estructura bien definida que se la encuentra aproximadamente a los 150m de labor, con un rumbo y buzamiento promedio de N30°E, 22°S respectivos, luego esta misma estructura se divide en dos estructuras secundarias de los cuales se ha continuado a lo largo de la estructura inferior. Los primeros 65.94m en la línea principal la roca caja es una toba meteorizada, en este punto se encuentra un contacto donde cambia la litología de toba a brecha, luego de este contacto (es decir el cambio de toba en la brecha) se encuentra dos familias de diaclasas cuyos rumbos y buzamientos promedio son respectivamente N35°W, 54°N, N13°E; 40°N en la pared izquierda y S32°E, 58°S; S5°E, 85°S en la pared derecha, a los 178.6m encontramos en la pared izquierda una falla de rumbo N13°E y de buzamiento 20°N, 19.12m mas adelante se encuentra la misma falla con rumbo S33°W y buzamiento

13°S. A los 270.881m se encuentra en la pared derecha encontramos la falla de rumbo S16°W y 30°S de buzamiento. A partir de los 386.327m no se encuentra veta, en 405.727m hay una pequeña estructura de 0.05m de espesor que sirven de contacto entre una brecha de clastos oscuros a claros cuyo rumbo y buzamiento son respectivamente N10°E y 20°N en ambas paredes de la labor principal 407.727m cambia la roca de caja de brecha a un dique no definido la cual se mantiene hasta el fondo actual de la mina.

En el R3S1 se encuentra una falla de rumbo y buzamiento respectivo N10°E y 34°SN la cual coincide con la vetilla superior de 0.30m de espesor y en este rebaje se encuentra también una vetilla oxidada en el piso de rumbo S62°W y 21°S de buzamiento, se encuentra un contacto litológicos a los 6m del R3S1 de rumbo y buzamiento respectivo WE°, 20°S la roca cambia de brecha a un dique no definido. En R4 la veta tiene un rumbo preferencial de N50°E y 20°N de buzamiento con un espesor promedio de 0.80m . En el R5 se tiene 90° y 18° de rumbo y buzamiento, en R7 se tiene N65°E, 20°N de rumbo y buzamiento respectivamente, en el mismo rebaje se tiene un cambio de roca de brecha a dacita con N62°W y 12°N de rumbo y buzamiento respectivamente.

El mapa geológico y el mapa estructural de la mina se pueden observar en el anexo 2.2

2.4. GEOMECAÁNICA DE ROCAS.

La geomecánica esta en función del tipo roca existentes así como de la familia de diaclasas en la mina se puede observar las propiedades geomecánicas de las mismas en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Propiedades Geomecánicas de las rocas

TIPO DE ROCA	PESO ESPECIFICO	POROSIDAD (%)	ABSORCIÓN
Toba			
Brecha	2.28	18.73	8.26
Dacita	2.46	3.50	1.44

A continuación se describe de forma breve cada uno de los tipos de roca encontrado dentro de la mina:

Toba: tiene un color amarillento o pardo con textura clástica, se encuentran totalmente alteradas. Es una especie de lodo solidificado.

Brecha: tiene la presencia de una proporción de partículas de roca, cuyos clastos son también rocas volcánicas con formas angulosas y alargadas, que están dispuestas de manera más o menos alineada como siguiendo la dirección del flujo o corriente (fragmentos de rocas basálticas). Es una roca de origen tectónico.

Dacita: roca magmática efusiva que se presenta en forma de dique. Entre sus componentes esenciales tenemos plagioclasas, cuarzo, biotita, hornblenda de color pardo. Tiene un color gris de medio tono, estructura porfirica con fenocristales en una masa afanítica holocristalina equigranular, textura entre densa y fluida

2.5. CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS Y PETROGRÁFICAS.

Las vetas comprenden asociaciones de cuarzo-carbonato auríferas multifase de baja sulfuración. Los contenidos de sulfuros son típicamente 1% pero pueden llegar hasta 15% a formar vetillas semi-masivas (de escala mm-cm; < 5cm) en todos los sectores de esta área minera. Los sulfuros incluyen pirita y arsenopirita con cantidades

subordinadas de calcopirita, esfalerita y, más localizadamente, estibnita, trazas de pirrotina, tennantita, galena y sulfuroantimoniuros. El oro es frecuentemente libre y con medias de 860 de fino.

Para el análisis petrográfico se ocuparon muestras ya existentes, con las que se realizaron láminas delgadas de cada una, las que luego fueron analizadas en el microscopio donde se pudo observar una abundante presencia de carbonatos y feldespato. En el análisis se pudo observar que la mayoría de las rocas han sido de origen volcánica básica brechoide. Actualmente el carbonato ocupa casi un 50% de la roca. Los carbonatos son de magnesio y de calcio y reemplazan casi totalmente a las plagioclasas de las cuales sólo se conservan sus esqueletos o sus formas originales. Las formas originales corresponden a las que adquieren los minerales de las rocas volcánicas, es decir, idiomorfos e hipidiomorfos. Se establece que la acción post-magmática que afectó a la roca original, fue debido a la facilidad que tuvieron los fluidos para penetrarla, a causa de su estructura brechoide.

CAPITULO 3

RESERVAS DE MINERAL

3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS LABORES MINERAS DEL PROYECTO.

El levantamiento topográfico se lo realizo a brújula y cinta, con la siguiente metodología:

- Se colgó un cabo para llevar el eje de la galería entre dos estaciones consecutivas.
- Con brújula suspendida, se midió la dirección de la galería entre las estaciones respectivas. Con la cinta se tomó la distancia correspondiente.
- Midiendo 3 m hacia delante con la cinta y colocando una plomada (piedra atada a una cuerda) sobre el cabo se midieron los detalles del tramo entre las estaciones (la distancia del eje a la pared derecha e izquierda y altura de la labor).
- Se realizó el trabajo de oficina.

Este levantamiento se puede observar en el anexo 3.1

3.2. MUESTREO Y LEYES DE MINERAL.

3.2.1. Tipo de Muestreo².

El tipo de muestreo utilizado es ranurado continuo, el que consiste en la excavación de un canal estrecho y continuo horizontal a lo largo de la veta. Las dimensiones de la acanaladura es del ancho de la veta y de 5cm de profundidad. Se toma como muestra el total del material extraído, recogién dose en sacos tendidos al pie del lugar de la toma.

3.2.2. Densidad y Matta de Muestreo².

Después de conocer como se tomará la muestra, se debe de considerar la densidad de muestras, es decir la distancia o separación de muestra. El método escogido para determinar la densidad de muestras es el basado en el coeficiente de variación, el que usa como base de cálculo un parámetro estadístico denominado coeficiente de variación. Este coeficiente se establece del cociente entre la desviación estándar y la media de un conjunto de datos en este caso las leyes de mineral, multiplicado por cien. En la tabla 3.1 se observa el espaciado del muestreo, en dependencia del tipo de yacimiento, distribución de los elementos analizados y coeficiente de variación.

² De acuerdo con C. López en su libro "Manual de evaluación y diseño de explotaciones Mineras"

Tabla 3.1. Espaciado entre muestras en función del coeficiente de variación.

<i>Distribución de los elementos analizados</i>	<i>Coeficiente de variación (%)</i>	<i>Tipo de yacimiento</i>	<i>Espaciado de las muestras (m)</i>
Regular	5 – 40	Yacimientos sencillos de carbón pizarras bituminosas, materiales para la construcción	50 –60
Irregular	40 – 100	Yac. Hidrotermales, meta somáticos de contacto, la mayor parte de poli metálicos y pocos de oro	6-4
Muy Irregular	100 – 150	La mayor parte de los yac. De Sn, W y Mo, muchos yac. De Au	4 – 2.5
Extremadamente irregular	>150	Muchos yac. De tierras raras, Au y Pt	2.5-2

De acuerdo con los cálculos del coeficiente de variación este yacimiento de oro es muy irregular por lo que la distancia entre muestras es de 4 m.

3.2.3. Cantidad de Muestras’.

El peso de las muestras tomadas debe ser apropiado para que esta sea representativa, para ser analizadas y obtener oro total mediante ensayos al fuego y amalgamación además de acuerdo con el análisis ha realizar (en este caso serán procesadas en tambores amalgamadores (chanchas) y luego liquidadas). En este caso en particular el peso se encuentra entre 70 y 80Kg
Los resultados de las muestras pueden ser observados en el anexo 3.2.

3.3. CALCULO DE RESERVAS.

3.3.1. Cálculo de la Ley Media².

El cálculo de la ley media por métodos estadísticos requiere que el conjunto de datos a tratar presente una distribución normal o gaussiana. Para saber la normalidad de la ley se utilizo histogramas de frecuencia, el mismo que consiste en dividir el conjunto de datos en una serie de intervalos y representarlo en forma grafica. La observación del conjunto de los histogramas y su posible similitud con una curva de Gauss permite catalogar el posible carácter normal de la distribución. Cuando al observar el histograma de frecuencia se observa un sesgo de los datos, se puede avanzar ya el carácter lognormal de la distribución. Por ello, no resulto necesario continuar con los siguientes métodos de testificación de la normalidad y si transformar los valores a logaritmos y obtener el histograma de frecuencia, probablemente ya mostrara el carácter normal de la nueva distribución, por lo que se podrá considerar a la distribución como lognormal.

Formula general. Si los datos se asemejan a una distribución lognormal, la población se puede definir como una de 2 parámetros, siendo estos parámetros la media y la varianza de la población logarítmica. Entonces el verdadero valor de la ley media se obtiene con la formula:

$$\mu = e^{(\alpha + \beta^2/2)}$$

² De acuerdo con C. López en su libro "Manual de evaluación y diseño de explotaciones Mineras"

donde:

<i>BLOQUE</i>	<i>LEY grAu/Ton</i>
R7S	15.91
P5N	17.10
P5S	23.62
P3S	31.75

Las tablas e histogramas del calculo de la ley media se pueden ver en el anexo 3.3, donde encontramos: la serie del bloque, el peso del material, peso del oro, ley de mineral, ley en orden descendente, logaritmo en base e de la ley, varianza, media y desviación estándar.

3.3.2. Método Utilizado Para el Calculo de Reservas².

El método escogido para el calculo de las reservas es el de perfiles y corte por que suele aplicarse a cuerpos mineralizados mas o menos irregulares que han sido investigados labores de

² De acuerdo con C López en su libro "Manual de evaluación y diseño de explotaciones Mineras"

desarrollo que permiten establecer cortes, perfiles o secciones.. Este método es aplicado de la siguiente manera:

a. Cálculo del área mineralizada para cada sección.

Se escogen perfiles a lo largo del rumbo debido a que en ese sentido se tiene mayor continuidad.

- Medición de la potencia de la veta cada 3 metros, a lo largo de las labores que conforman un bloque.
- Estimación de la potencia de veta en el interior del bloque por medio del método de interpolación inverso de la distancia.
- El área de cada perfil o corte cada 3 metros se puede calcular de diversas maneras en este caso se lo realizó mediante un método gráfico usando como herramienta un programa de diseño gráfico llamado microstacion **SE**.

Los perfiles pueden observarse en el anexo 3.4.

b. Determinación de los volúmenes de los bloques.

El siguiente paso consiste en el establecimiento de bloques y su volúmenes asociados. Los bloques se definieron como cada dos secciones determinan un bloque, de esta manera el volumen se define por la semisuma de las dos áreas multiplicada por la distancia entre ambas.

c. Obtención de las reservas por bloques.

Para conocer las reservas por bloques es necesario estimar los valores de las densidades aparentes y las leyes medias de estos. En cuanto a la densidad aparente se tiene un valor aproximado de 2.6 gr/cm^3 que coincide a su principal

componente que es el cuarzo y la ley media se lo determinó en el apartado 3.3.1.

3.4. RESERVAS: PROBADAS, PROBABLES Y POSIBLES.

Por tratarse de un yacimiento muy irregular, para categorizar las reservas en probadas, probables y posibles, se han tomado en consideración las siguientes definiciones:

Las reservas probadas se definen como las toneladas explotadas hasta la presente.

Las probables serán las definidas por tres o dos lados, mediante labores mineras de preparación y desarrollo.

Las posibles aquellas en que se conoce solo un lado, mediante labores de exploración.

De acuerdo a esto tendríamos:

Tabla 3.3. Cuadro de Reservas Calculadas

<i>Tipo de Reserva</i>	<i>Reservas toneladas</i>
Probadas	5700
Probables	2100
Posibles	500

3.5. LEY MINIMA DE CORTE'.

La ley de corte **se** puede definir como aquella cantidad mínima económica, es decir, mineral explotable será todo aquel recurso geológico que tenga una ley por encima de la mínima y, por tanto, con un valor que pague su extracción, tratamiento y comercialización.

La elección de una ley de corte en un yacimiento determina directamente la cantidad de mineral que contiene, la relación estéril/mineral y la ley media de este último. Un cambio en la ley de corte, por pequeño que sea, da lugar a un nuevo tonelaje explotable y a una nueva ley media, incidiendo directamente sobre numerosos parámetros, tales como inversiones, costos de operación, ingresos y vida de la mina.

El cálculo de la ley de corte se realiza a partir de la utilidad.

La ley mínima de corte para esta mina es de 10 g/ ton. El calculo de la misma se observara en 6.

CAPITULO 4

EXPLOTACIÓN

4.1. CONDICIONES PARA EL DISEÑO DE EXPLOTACIÓN.

4.1.1 Geométricos.

El tipo de depósito por su forma es vetiforme, por su potencia es angosta y por su ángulo de buzamiento es tumbado. Su longitud hasta lo explorado es de 400 m, su potencia va desde 2cm hasta 150 cm en las partes mas anchas, en la longitud se consideraría lo explorado y explotado hasta ahora en las labores de pozos y rebajes cuyas longitudes desde la línea principal es de 60 m para ambos casos. El buzamiento promedio es de 25°S. La profundidad de los trabajos mineros se sitúan a 12m de la superficie; de los datos obtenidos de los

elementos de orientación del depósito concluimos que el método de explotación a utilizarse es el subterráneo.



*Foto 4.1. Cámaras y Pilares con el relleno de la Mina
EXPOBONANZA – San Gerardo*

4.1.2 Geomecánicos.

Dentro de la mina, siguiendo la orientación del túnel, con dirección S–SW, los tipos de rocas que se presentan son (ver mapa geológico, anexo 2.2):

- Toba volcánica meteorizada
- Microbrecha volcánica
- Dique de dacita.

Estos tipos de rocas fueron obtenidos de los resultados de los análisis petrográficos de láminas delgadas.

Las principales propiedades físico-mecánicas de estas rocas y que son de interés para el diseño, son las siguientes:

Tabla 4.1. Propiedades físico-mecánicas de las rocas

ROCA	PESO ESPECIFICO (T/m^3)	RESISTENCIA (Kg/cm^2)	ϕ (rozamiento interno)
Toba	1.95	450	25°
Brecha	2.4	1000	22° - 30°
Dacita	2.6	1200	45°

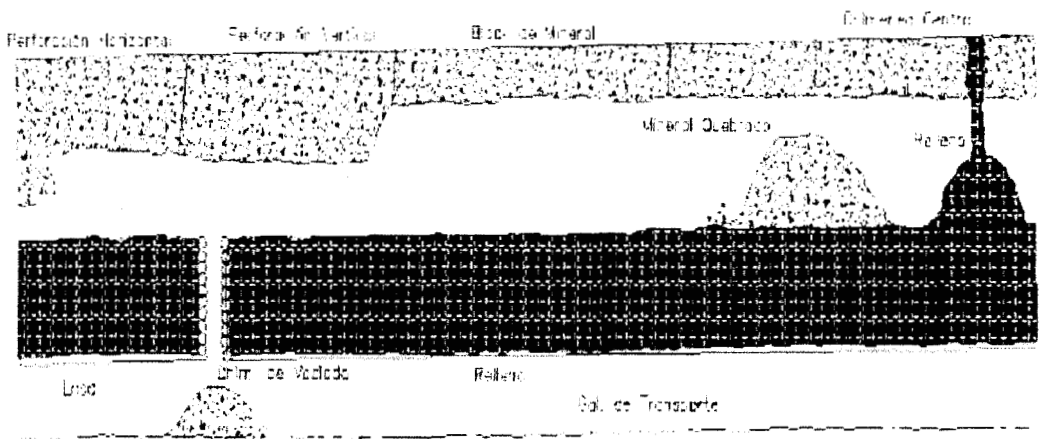


Fig.4.1. Método de Corte y Relleno Tradicional Mecanizado

La resistencia de las rocas sufren variaciones en función del grado de tectonismo que estas han sufrido. Según la publicación de Prodeminca Evaluación de Distritos Mineros del Ecuador tomo 4 Depósitos Porfídicos y Epi-Mesotermales relacionados con Intrusiones de las Cordilleras Occidental y Real a nivel regional tenemos los siguientes eventos tectónicos.

1. Depositación de las rocas volcánicas (Formación Macuchi), en un contexto de arco – isla.

2. Acreción del arco – isla Macuchi al margen Continental Ecuatoriano (Eoceno Superior) posiblemente al desarrollo de un juego de fallas NW – **SE** y NE – SW.
3. Tectonismo que produjo en el Sur de la cordillera Occidental en relación con el sistema de fallas NS y removilización del sistema conjugado de fallas NW – SE y NE – **SW**.
4. Emplazamiento de los diques EW en relación con una posible fase de distensión NS.

Dentro del mapa geológico de detalle de la mina se determinaron las principales falla de rumbo promedio de N20°E y buzamiento promedio 21°N , y dos familias de diaclasas con rumbo y buzamiento respectivo N35°W, 54°N; S13°W,40°N.

Del análisis de las rocas se han obtenido valores que permitan definir que tanto las labores de exploración y explotación necesitan entibación especialmente al inicio de las labores mineras, debido a que la roca es una toba meteorizada, por ser una roca de mala calidad se tiene presiones en las paredes y el techo, debiendo entibar con madera (palos redondos y tablonés 4*4), además de sectores en donde las presiones de las rocas es mayor como es el caso del R8.

De igual manera en la explotación deberá dejarse pilares de seguridad principalmente en los sitios donde están las cámaras abiertas (R4, R5 que pueden ser observado en el mapa topográfico anexo3.1).

Se sugiere cambiar el enmaderado de los 150 primeros metros, colocándolo en forma de agujas o tablaestacas.

Las propiedades geomecánicas de las rocas de contacto condiciona el uso de sostenimiento artificial y el sistema de explotación que es una combinación de cámaras abiertas con corte y relleno



Foto 4.2. Entibado de madera al inicio de la labor minera

4.1.3 Operativos.

Una vez definidos tanto el método de explotación subterránea y sistema de cámaras abiertas con corte y relleno usando los trabajos de la mina EXPOBONANZA – San Gerardo, la maquinaria que deberá utilizarse para el franqueo y arranque de las rocas, será la específica para la preparación, destape, desarrollo y la extracción del mineral. Dentro del proceso productivo de arranque se necesita de equipos de perforación neumáticos y utilización de sustancia explosiva. Para la ventilación se utilizan ventiladores centrífugos (blower), así

como la transportación se la realiza en vagones de 1 tonelada de capacidad impulsados manualmente.

Perforación y Voladura.

La perforación se realiza con martillos de cabeza neumáticos, y pie de avance hidráulico. Se utiliza el esquema de perforación de cuele quemado con una carga libre (cuyo esquema se puede observar en la figura 4.2), en promedio se realiza 17 huecos con un tiempo de perforación por hueco de 3 minutos. Se realizaron pruebas con barrenos y brocas en forma de estrella y el tiempo de perforación por hueco disminuyó a la mitad, pero las brocas se desgastaron en la barrenación de 23 huecos. Por tal razón, en la perforación en el interior se emplean barrenos integrales de diámetros relativamente pequeños de 2.54 cm, con un largo de 1.20 y 1.60m .

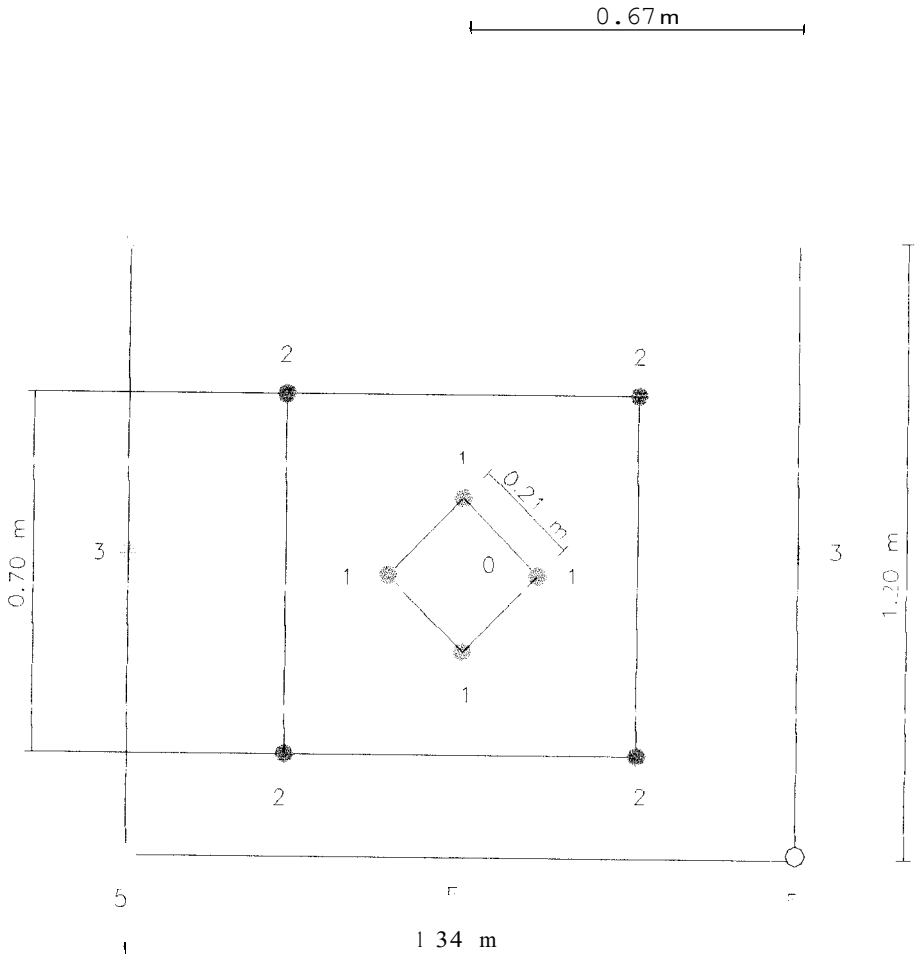
Los huecos deben estar limpios antes de ser cargados, para lo cual se usa aire comprimido, lo mismo que ayuda a extraer el agua; lo que comúnmente se conoce como sopleteo.

En esta mina se tiene un rendimiento de perforación de 97%.






La jornada de perforación y voladura para un frente de explotación es de 1 hora con 20 minutos, donde se incluyen montaje de la perforadora, perforación, y carga.

Explosivos.

El tipo de explosivo que se utiliza es Explogel o Dinamita (Semi - Gelatinosa) con dimensiones de 1" * 7", con peso de 110 gramos por cartucho como carga de fondo y Anfo (Nitrato utilizado como fertilizante mas 1 litro de diesel) como columna explosiva. Con esta manera de efectuar la voladura produce un



SIMBOLOGIA

-  Cuele quemado
-  Cuele
-  Contracuele
-  Contorno
-  Lapoteca
- 1/5 Orden de Salida

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ESQUEMA DE PERFORACION DE LA MINA EXPOBOANANZA - SAN GERARDO	
Dibujado por: Rocio Estuñan M	Fecha: febrero del 2002
Masa N:	
Escala:	
Forma de la Topografía: Plano de EXPOBOANANZA SA.	

Fig. 4.2. Esquema de perforación de la Mina

buen rendimiento, sin embargo es necesario una buena ventilación por la producción de gases tóxicos. Por el agua que se encuentra en la mina se debería usar emulsión, pero por su alto costo se ha optado por envolver a la dinamita con cinta de empaque lo que ha dado resultados satisfactorios. Para provocar la explosión de la carga se utiliza como iniciador fulminante encendido por mecha lenta.

Carga de fondo:

Emulnor 3000.

Largo de los cartuchos 18cm, diámetro 2cm..

Carga de columna:

Nitrato de amonio, entubado en tubos de periódico de 30cm.

Mecha lenta.

Fulminantes(Detonadores)

Para mechas de seguridad

DINO TEC HARSEIM

Se realizan **4 voladuras** por día, una en cada turno, con un avance de 1.20 m; con un consumo de anfo de 2.1 Kg. por voladura aproximadamente (263 g de anfo por tonelada). Con diferentes longitudes de mecha se logra dar una secuencia de encendido que tarda 1.5 min.

Obteniéndose como resultado 8 vagones de TODO-UNO, que es aproximadamente **8 toneladas**.

La mina trabaja en cuatro turnos de 6 horas cada uno, durante las cuales en unos frentes se acarrea el material mientras que en otras se perfora. De estas 6 horas se dejan 2 para la ventilación luego de la voladura, es decir por turno hay 2 horas muertas.

4.1.4 Ambientales.

La explotación minera genera impactos en el ambiente, de estos impactos los principales identificados corresponden a la explotación y depositación del mineral.

Dentro de la explotación los impactos generados comúnmente son: polvo, ruido y emanaciones gaseosas producidas por las tronaduras, estos deberán ser controlados y minimizados utilizando para ello mascarillas para el polvo y los efluentes gaseosos generados por las voladuras y protectores de oído para el ruido que permita disminuir dichos impactos.

En la depositación de mineral se tiene como contaminantes al polvo, la posible formación de aguas ácidas (si se tiene el material a la intemperie).

La ubicación de la escombreras deberán efectuarse previo a un estudio para evitar la contaminación de aguas subterráneas, depositación en lugares seguros.

La elección del emplazamiento de una escombrera se debe basar en criterios de diversa naturaleza: técnicos, económicos, ambientales, socioeconómicos, etc.

Entre los criterios específicos entre los más importante se encuentra la distancia de transporte desde la explotación hasta la escombrera; en el caso de nuestro estudio es 150m desde la entrada de la mina hasta la escombrera (botadero), que afecta al coste total de operación; la capacidad de almacenamiento necesaria, en este caso a medida que se incrementa la escombrera (botadero) se mueve el volteador de carros, es decir se alarga la plataforma con los rieles y volteador.

4.2. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL METODO DE EXPLOTACIÓN.

El método de explotación es subterráneo y el sistema es combinado de cámaras abiertas y corte y relleno.

PRINCIPIOS GENERALES³:

El mineral es arrancado por franjas horizontales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente en forma ascendente (realce). Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes del caserón, y en algunos casos especiales el techo.

La explotación de corte y relleno puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características:

- Fuerte buzamiento, superior a los 50° de inclinación.
- Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente).
- Potencia moderada.
- Límites regulares del yacimiento.

Perforación.

Con este método se pueden perforar tiros horizontales, verticales e inclinados.

En el caso de tiros horizontales, no se tiene que vencer un empotramiento y el rendimiento por metro barrenado y uso de explosivos será mucho mejor. El inconveniente de la perforación

³ Tomado de la página www.atlascopco.com

horizontal reside en el hecho de que en caserones estrechos, el perforista no puede disponer de suficientes lugares de trabajo.

En los tiros verticales se tendrá siempre que vencer un empotramiento, por lo cual será necesario una perforación con pasadura (sub perforación), lo que disminuye el rendimiento por metro barrenado aumentando consigo el uso de explosivo. La ventaja que posee es que deja suficiente lugar de trabajo al perforista asegurando una buena utilización del tiempo.

Una solución intermedia consiste en la perforación inclinada ya que es más ventajosa que la perforación vertical, pues el empotramiento que tiene que vencer es más fácil, disminuyendo consigo la pasadura trayendo consigo las ventajas ya vistas anteriormente

En la mina Expobonanza – San Gerardo, se utilizan los tres tipos de perforación.

En ciertos sectores de las labores (rebajes R4 y R5, ver plano anexo N) no se utilizó el mismo sistema de explotación sino que se utilizó cámaras abiertas las mismas que luego serían rellenas

El carguío de material se realiza a mano con pala ya sea tirando directamente el mineral en las tolvas de almacenamiento, o llenando directamente los carros.

El material de relleno puede estar constituido por roca estéril, procedente de las labores de preparación de la mina las que se distribuyen sobre la superficie del caserón. También el material de relleno puede ser de relaves (desechos de plantas de concentración de minerales) , o arena mezclada con agua, que son transportados al interior de la mina y se distribuyen mediante tuberías, posteriormente el agua es drenada quedando un relleno competente, el que a veces se le agrega cemento para conseguir una superficie de trabajo dura.

En la figura 4.2 se puede observar un ciclo de producción del método

de corte y relleno mecanizado es decir con la utilización de palas y convoy.

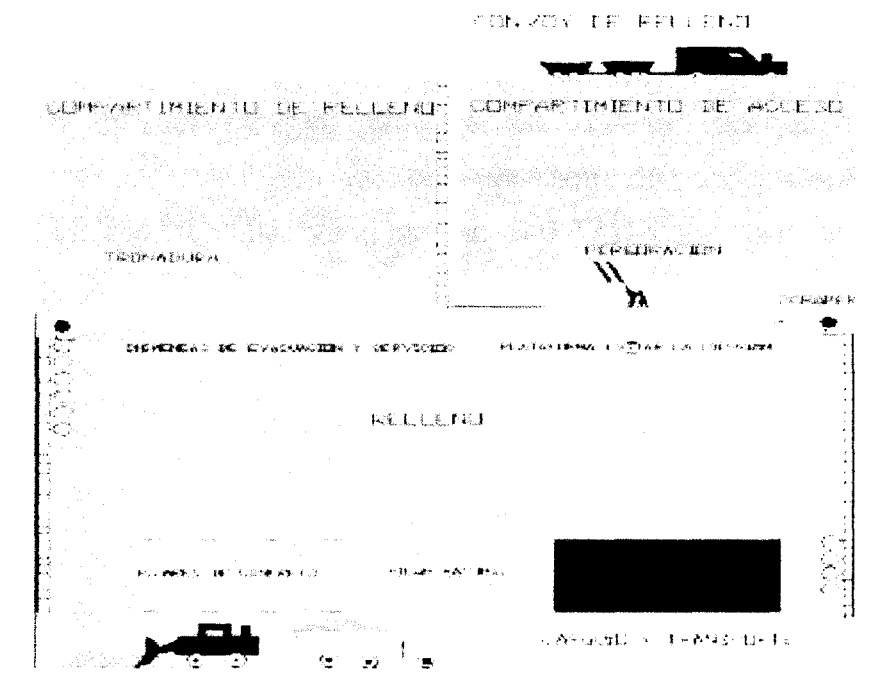


Fig. 4.3. Ciclo de producción en el método de corte y relleno

El relleno debe ser lo más barato posible, tanto en su obtención como en su abastecimiento, como es el caso del relleno creado en la mina. La obtención de relleno en el caserón mismo puede ser ventajoso, como por ejemplo en el caso de vetas angostas o de vetas que presentan variaciones en la mineralización.

Debido a la gran cantidad de material a usarse en el relleno, se debe optimizar el transporte del mismo, pues esto incide en los costos de explotación.

Desde el punto de vista de transporte se distinguen dos tipos de rellenos: rellenos secos y relleno húmedos.

Rellenos secos: Se transporta de manera idéntica que el mineral, es decir, se empleará el mismo equipo empleado en el transporte del

mineral. De ésta manera, el relleno llega a los caserones por la galería superior y es vaciado en las buitras (Ore Pass).

Rellenos Hidráulicos o Húmedos: Es un caso especial en que la pulpa es transportada por gravedad a través de una red de cañerías con varios terminales que se introducen en los caserones desde la galería superior por una chimenea o bien por hoyos de sondajes entubados. En la foto 4.3 se observa la utilización del relleno en la mina.



Foto 4.3. Relleno al granel dentro de la Mina EXPOBONANZA – SAN GERARDO

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MÉTODO DE EXPLOTACION POR RELLENO³:

- a) Posibilidades de aplicación : Este método tiene posibilidades de aplicación bastante amplias, se aconseja especialmente en aquellos yacimientos donde las cajas no son seguras y las características mecánicas de la roca no son satisfactorias. Como se trabaja con una altura máxima equivalente a la altura de dos

tajadas (2.5 – 3 mts.) es posible controlar mediante apernado o acuñadura cualquier indicio de derrumbe.

- b) Seguridad : Este método ofrece bastante seguridad en todo a lo que refiere al obrero contra desprendimiento de roca ya sea del techo o las paredes.
- c) Recuperación : En general es bastante buena, siempre que se tome la precaución de evitar pérdidas de mineral en el relleno. Cabe agregar, que éste método permite seguir cualquier irregularidad de la mineralización.
- d) Dilución de la ley : Puede existir una pequeña dilución de la ley en el momento de cargar los últimos restos de mineral arrancado que quede en contacto con el relleno. Esto se puede evitar estableciendo una separación artificial entre el mineral y el relleno, solución que en casos excepcionales (mineral de gran ley) resulta antieconómico . Entonces se debe aceptar que algo de mineral se mezcle con el relleno.
- e) Rendimientos: Sus rendimientos se pueden considerar satisfactorios.

En caserones sin mecanización, se alcanza normalmente rendimientos del orden 4-8 ton/hombre, según el ancho del caserón. En caserones mecanizados, este rendimiento es duplicado, es decir se alcanza una cifra del orden de 14 ton/hombre, sin tomar en cuenta el abastecimiento del relleno.

En la siguiente tabla se puede observar un resumen del método

Tabla 4.2. Resumen del Método de Corte Y Relleno.

<i>1. Geometría del Yacimiento</i>	<i>Aceptable</i>	<i>Optimo</i>
Forma	Cualquiera	Tabular
Potencia	Cualquiera	>3m
Buzamiento	>30°	>60°1
Tamaño	Cualquiera	Cualquiera
Regularidad	Cualquiera	Irregular
<i>2. Aspectos Geotécnico</i>	<i>Aceptable</i>	<i>Optimo</i>
Resistencia (Techo)	>30 MPa	>50 MPa
Resistencia (Mena)	s/profundidad	>50 MPa
Fracturación (Techo)	Alta-media	Media-Baja
Fracturación (Mena)	Media-Baja	Baja
Campo Tensional In-situ (Profundidad)	Cualquiera	<1000 m
Comportamiento Tenso-Deformacional	Elástico	Elástico
<i>3. Aspectos Económicos</i>	<i>Aceptable</i>	<i>Optimo</i>
Valor Unitario de la Mena	Media-Alto	Alto
Productividad y ritmo de explotación	Media-Baja	NA

CÁMARAS Y PILARES³.

Descripción

La minería post cámara y pilares es un método híbrido entre cámaras y pilares, corte y relleno. El método de cámaras y pilares recupera la mineralización en trozos horizontales, comenzando desde un trozo inferior y avanzando hacia arriba. Los pilares se dejan dentro de la excavación escalonada para soportar el techo. La excavación anterior se rellena con desechos hidráulicos y el siguiente trozo se extrae con máquinas, trabajando desde la superficie rellena. Los pilares se

extienden a través de varias capas de relleno. Este relleno contribuye a soportar el pilar

Comentarios

Post pilares combina las ventajas del corte y relleno, trabajando en fondos planos y parejos, con las espaciosas excavaciones de cámaras y pilares. Un acceso fácil a múltiples puntos de producción favorece la aplicación de equipo mecanizado eficiente. El relleno de arena provee posibilidades para modificar la disposición de la labor de la excavación escalonada, adaptando los post pilares a las variaciones de las condiciones de la roca y límites del mineral. El relleno aumenta la capacidad de soporte de los pilares, permitiendo una tasa de recuperación más alta que las cámaras y pilares "classic".



Fig. 4.4. Método de Cámaras rellenas y Pilares.

4.3. MAQUINARIA MINERA.

La mina EXPOBONANZA – San Gerardo cuenta con el siguiente equipo y maquinaria para la exploración y explotación de la mina.

Se divide la maquinaria de acuerdo al tipo de trabajo que realiza, por lo cual se tiene.

❖ Energía: dentro de energía están los siguientes subgrupos.

- Eléctrica:

Generador DEUTZ FSL912 Cantidad: 1
 Serie 36266
 0.5 KV.

- Neumática:

Compresor INGERSOLL-RAND Cantidad: 1
 Modelo 250
 Motor Deutz modelo F4L912
 Unidad de aire modelo 1229-317
 150PSI at 300F
 -20F at 150PSI
 Capacidad de carga 150PSI
 Presión de trabajo 120PSI
 Genera: 156 l/s, 9.4 m³/min

Compresor eléctrico SULLIAR LS-16
 SRF 1/4000
 Serie N 003-108047
 Bom N 251683-002
 Rated/Max 115/125PSIG 818.5 bar
 Genera:

Tubo galvanizado de 4 pulgadas.

Diámetro: 12cm.

- Mangueras para aire y agua.

Diámetros: $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ pulgadas.

4.4. DRENAJE, VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN.

Para el drenaje del nivel principal se cuenta con una cuneta cuyas dimensiones son: de 0.50 cm de ancho, 0.15 cm de profundidad y una longitud de 127.46 m, el desagüe de la mina es constante.

El principal problema se tiene en el pozo 3 (P3) ya que este recoge el agua de la barrenación, la infiltración de aguas lluvia y de las labores superiores. Para el desagüe de los pozos, se emplea bombas de succión de 7,5 Hp, su uso es de forma intermitente. El mantenimiento se lo realiza periódicamente. En la foto 4.4 se puede observar la bomba que se encuentra en este pozo

La ventilación es artificial de tipo soplante.

Para insuflar aire se utiliza blowers de 5 Hp, 440 V que son encendidos en el momento que sale el barrenador luego de encender las mechas para la voladura.



Foto 4.4. Bomba de succión en el pozo 3 (P3)

Consumo de aire en la mina Expobonanza – San Gerardo

Calculo de la cantidad de aire que se necesita para la mina.

Datos:

Oxígeno consumido por persona: 2.83 litros/min

Horas de trabajo: 6

Esto es el 21% de aire, para el 100% se tendría:

$$(2.83\text{l/min}) * (0.001\text{m}^3/\text{l}) * (6\text{h}) * (60\text{min/h}) = 1\text{ m}^3 \text{ O}_2/\text{persona turno}$$

$$\begin{array}{rcl}
 1\text{m}^3 & \xrightarrow{21\%} & \\
 x & \xrightarrow{\quad} & 100\% \\
 x = 4,76\text{ m}^3 \text{ aire/ persona turno.} & &
 \end{array}$$

Como se tiene 25 personas por guardia, se tiene:

$$(4,76 \text{ m}^3 \text{ aire/ personal}) * 25 \text{ personas} = 119,04 \text{ m}^3 \text{ aire de aire/ turno}$$

Consumo de explosivos.

Área de la galería: 5 m^2

N de huecos: 17 huecos

Densidad de la roca: 2600 Kg./ m^3

Masa de la roca volada: 8 toneladas (8000Kg.)

$$\rho = m / V$$

donde:

p: densidad de la roca en Kgí m^3 , 2600 Kgí m^3

m: masa de la roca volada 8 toneladas o 8000 Kg.

V: volumen de la roca m^3 , incógnita.

$$V = m/p$$

$$V = 8000 \text{ Kg} / (2600 \text{ kg/m}^3)$$

$$V = 3,07 \text{ m}^3.$$

consumo de anfo: $2,04 \text{ Kg. /} 3,08 \text{ m}^3$

El anfo produce 1040l de gases por kilogramo usado.

La dinamita produce 896 litros de gases por kilogramo usado.

Usando barrenos de 1,20 m de longitud, con una eficiencia del 97% se tiene:

$$1,20 \text{ m} * 0,97 = 1,16 \text{ m.}$$

Con esto se tiene el volumen de material que se tendría con cada hueco volado:

$$2,50 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1,16 \text{ m} = 5,8 \text{ m}^3.$$

Consumo de explosivo es 0.663 Kg/m^3 .

$$Q = V \cdot q$$

$$= 5,8 \text{ m}^3 \cdot (0.66 \text{ Kg/m}^3)$$

$$= 3,58 \text{ Kg.}$$

$$Q_1 = Q / N$$

$$= 3,58 \text{ Kg.} / 17 \text{ huecos.}$$

$$= 0,21 \text{ Kg.} / \text{ huecos.}$$

En el barrenado se carga aproximadamente $1/3$ con dinamita y $2/3$ anfo: por tanto.

- Anfo $2/3 (3,58 \text{ Kg}) = 2,55 \text{ Kg.}$
- Dinamita Consumida $1,28 \text{ Kg.}$

Volúmenes de gases producidos:

- Anfo $2,55 \text{ Kg} \cdot 1040 \text{ l/Kg} = 2652 \text{ litros}$
- Dinamita $1,28 \text{ Kg.} \cdot 896 \text{ l/Kg} = 1146,88 \text{ litros}$
- Volumen total de gases producidos:

$$2652 \text{ litros} + 1146,88 \text{ litros} = 3798,88 \text{ litros} (3,79 \text{ m}^3)$$

El consumo de aire en la mina en el turno de acarreo es de $119,04 \text{ m}^3$.

En el turno de perforación el aire necesario es el del personal más el suficiente para sacar los gases producidos: $122,83 \text{ m}^3$.

Dado que los blowers producen 20 m^3 de aire y se tiene 3 blowers en paralelo, esto es 60 m^3 de aire se tendría un déficit de aire de:

$$= 60 \text{ m}^3 - 119,04 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 &= -59 \text{ m}^3 \text{ (en turnos de acarreo)} \\
 &= 60 \text{ m}^3 - 122.83 \text{ m}^3 \\
 &= -62.83 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Se tendría que incrementar 3 blowers mas para ventilar correctamente la mina.

CIRCUITOS DE VENTILACION

Es la representación de como se encuentran interconectadas las labores horizontales, inclinadas y verticales que componen una mina .

En la ventilación, normalmente se presentan las siguientes uniones :

UNION EN SERIE : Se caracteriza porque la corriente de aire se mueve sin ramificación, por lo que el caudal permanece constante, en este caso todas las galerías se conectan extremo a extremo. En la figura 4 se puede observar la unión de ventilación en serie

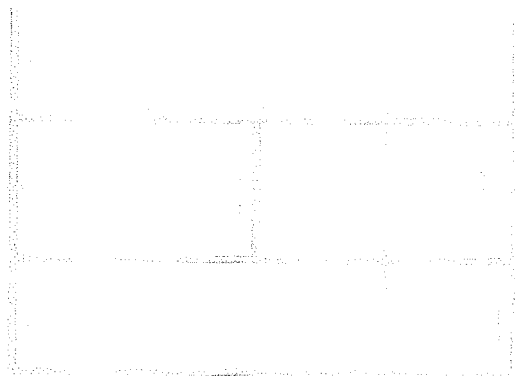


Fig. 4.5. Circuito en serie de ventilación.

PROPIEDADES :

1.- El caudal que pasa por cada labor es el mismo.

$$Q_t = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

2 - La caída de presión total es igual a la suma de caídas de presión parcial.

$$H_t = H_1 + H_2 + \dots + H_n$$

Luego, como $H = R \cdot Q^2$

$$H_t = R_1 \cdot Q_1^2 + R_2 \cdot Q_2^2 + \dots + R_n \cdot Q_n^2$$

$$R_t \cdot Q_t^2 = R_1 \cdot Q_1^2 + R_2 \cdot Q_2^2 + \dots + R_n \cdot Q_n^2$$

Para la iluminación de la mina se utiliza energía eléctrica, mediante el tendido de redes con separación de puntos de luz de 5 – 8 m, que es un rango tolerable para la visibilidad dentro del túnel.

La iluminación se realiza con 88 focos encendidos en el día y en la noche 110 focos aproximadamente. Siendo cada foco de 60 W y 0.5 A. de los 110 focos usados en la noche, 56 están en el interior de la mina y 54 en el exterior.

El alumbrado utiliza cable de numero 6 **AWG** 110 V – 220 V.

4.5. TRANSPORTE.

Como la explotación es selectiva primero se retira el material de la roca caja manualmente utilizando palas, carretillas que llevan el material a los vagones. Posteriormente se retira el material de la veta. El promedio por voladura de un frente es de 8 toneladas y para lo cual se requieren de 8 vagones de 1 tonelada de capacidad.

4.5.1 Vagones.

El movimiento de los vagones es de forma manual.

En esta mina se utiliza vagones sobre rieles, movilizados manualmente es a través de 2 trabajadores en una longitud de 400 m. Cada vagón tiene una capacidad de 1 tonelada.



foto 4.5. Vagones de 1 tonelada saliendo con el *Material*.

Un vagón se compone de la caja, que es cerrada, el rodamen y del bastidor que une ambas partes y lleva los elementos de tracción y choque. Los vagones deben satisfacer numerosas exigencias, siendo las mas importantes: poco peso con gran volumen, resistencia a los golpes, desgaste y aguas ácidas, marcha segura, facilidad para el paso de curvas, solidez suficiente y descarga segura. Finalmente, deben adaptarse a las condiciones especiales de la mina, expresadas por el tamaño y forma de la sección de la galería de arrastre y de la sección del pozo.

Las cajas de los vagones pequeños se construyen soldadas con chapa galvanizadas a fuego de unos 5mm de espesor. Las cajas en forma de cuba se sueldan sobre el bastidor formado por dos vigas, a las que están los topes rígidos de acero fundido o forjado. Para el acoplamiento se utilizan dispositivos de gancho y anillo. Los vagones llevan rodapiés rígidos sin resorte de suspensión.

La vía se compone de **dos** partes fundamentales; la infraestructura y la superestructura. La superestructura la constituyen los carriles, las traviesas y los accesorios de la vía, mientras que la infraestructura es el apoyo o cimentación en que se asienta la estructura. Entre los accesorios figuran todos los elementos que sirven para unir los carriles entre sí y los carriles con las traviesas. Entre ellos están, las bridas con sus tornillos, las escarpas y tirafondos, otras sujeciones y placas de asiento

Los rieles tienen una longitud de 6m, puede soportar un peso de hasta 10 veces su peso; con sus respectivos durmientes a una distancia de 1 m cada uno, estando sujetos con clavos de 4 – 5 pulgadas, combinando con chavetas que son los empates de los rieles, encontrándose cada 6m, existiendo 2 chavetas por empate de cada lado es decir un total de 4.

4.5.2 Winche.

En el punto de depósito a un almacenamiento de mineral (cancha mina), se transporta por un teleférico de carga conocida como winche transportando una carga de 0.25 toneladas con una fuerza generada de 75 Hp a 440V de consumo. Este sistema desplaza alrededor de 600 sacos de 50 Kg. aproximadamente, en 3 – 4 horas de tiempo.

En el interior de la mina se cuenta con dos winches, uno en cada pozo. En el pozo 3 P3 el winche tiene una capacidad de $\frac{1}{4}$ de tonelada, se toma aproximadamente 20 minutos llenar un vagón es decir se demora 5 minutos entre llenar y subir el winche. El winche del pozo 5 P5 tiene una capacidad de $\frac{1}{5}$ de tonelada por lo cual un vagón se llena con 5 viajes, se toma 40 minutos llenarlo.

Para incrementar la producción actual se sugiere cambiar el motor de los winches de 7.5 Hp a 10 y así poder incrementar la capacidad de los mismos

4.5.3 Camiones.

Se cuenta con dos camiones para el transporte del material de la mina a la planta:

Tabla 4.3. Turnos de transporte de la mina a la planta.

<i>Marca</i>	<i>Capacidad de Carga</i>	<i>Tiempo de transporte</i>	<i>Turnos</i>
Tata	35 – 45 sacos o 1750 – 2250 Kg.	15 – 25 min	07:30 AM – 18:00 PM
Mitsubishi	60 – 80 sacos o 3000 – 4000 Kg.	15 – 25 min	20:00 PM – 24:00 PM

El problema **del** transporte por medio de camiones se puede superar mediante la implementación de un winche que vaya desde la mina (cancha mina) hasta la planta.

CAPITULO 5

PRODUCCIÓN MINERA

5.1. TIEMPO DE VIDA DE LA EXPLOTACIÓN.

Particularidades Geológicas Mineras.

a. Forma. El depósito aurífero de la mina EXPOBONANZA - San Gerardo es vetiforme en forma de rosario, con una longitud hasta ahora explorada de 450m con dirección N – **NE** .

b. Elementos de Orientación.

Potencia y Rumbo. Por su potencia el depósito es angosto y variable la veta tiene una potencia entre 0.05m y 1.5m, y con un rumbo promedio de N30°E con buzamiento de 20°S.

Profundidad y dimensión del campo minero. La profundidad de diseño de la explotación subterránea es de 200m. la boca mina se encuentra ubicada en las coordenadas: UTM 653036.6484, 9663569.279

- c. Composición. La masa rocosa comprende los siguientes niveles:
Estéril o roca de caja: microbrecha.
Mena: mineralización de cuarzo! oro y sulfuro.
- d. Propiedad Físico - mecánicas de las rocas. Las rocas pueden considerarse competentes y solo necesitan de sostenimientos en lugares donde el tectonismo ha provocado fisuras y fallas.
- e. Continuidad del Depósito. Los trabajos exploratorios evidencia que la veta es una estructura continua y que hasta la presente tiene una longitud de 500m.
- f. Contactos. Los contactos de la secuencia de tobas, microbrechas y dique de dacita que componen el estéril son claros y definidos con la estructura mineralizada.

Del calculo de reservas de mineral se obtuvo la cantidad de 8300 toneladas. El tiempo de vida de la explotación depende del ritmo de producción anual y de las reservas y se la calcula de acuerdo a:

$$\text{Vida Útil} = \text{Reservas} / \text{Producción} * \text{Tiempo}$$

$$8300 \text{ ton} / (20 \text{ ton/día}) * 330 \text{ días}$$

1.25 años.

5.2. RENDIMIENTO.

El rendimiento de la mina Expobonanza – San Gerardo, depende de la planificación mensual o anual (producción programada) de la misma, actualmente la producción es de 600 toneladas mensuales por lo cual su rendimiento es el máximo dadas las condiciones operativas.

5.3. EFICIENCIA.

El tipo, forma y elementos de orientación del depósito condicionan el método de explotación. La complejidad de la estructura y el poco conocimiento de misma mediante labores exploratorias, no permiten un efectivo rendimiento del equipo.

De los datos de producción en 1 año, se ha estimado que la eficiencia se estima en un 75%.

5.4. FACTOR DE AGOTAMIENTO.

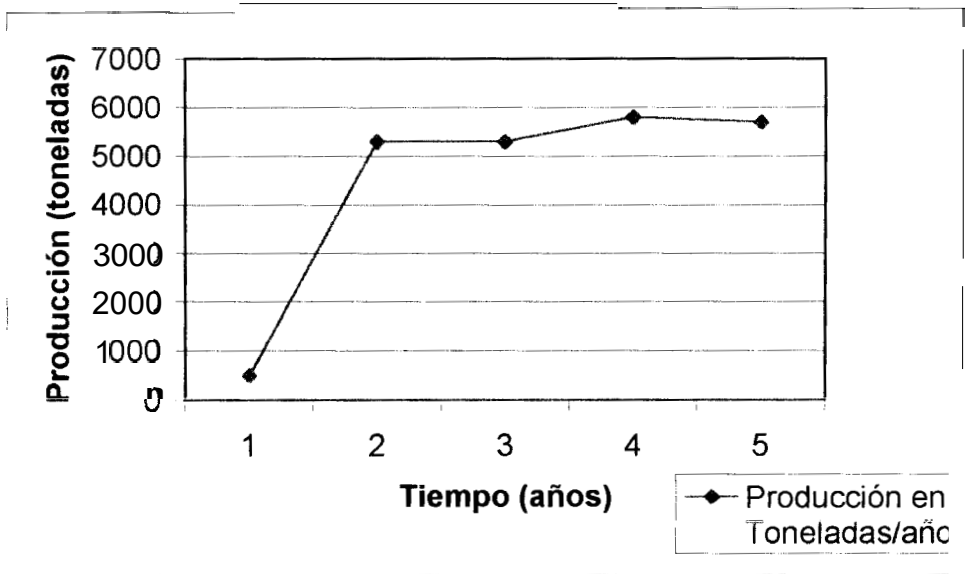
De las posibilidades de incrementar las reserva, así como el tiempo de preparación, destape y desarrollo de la veta, dependerá que el factor de agotamiento se incremente. El ritmo de incremento de reservas versus explotación es aproximadamente 1, debido a la baja inversión en los trabajos exploratorios. Sería recomendable mantener una relación 5 a 1,

pues esto permitiría planificar la producción y explotación del depósito de manera racional, así como mantener equilibrado el proceso productivo con el de exploración del yacimiento.

5.5. PLAN CALENDARIO DE EXPLOTACIÓN.

En el siguiente gráfico se presenta el plan anual de explotación de la Mina EXPOBONANZA – San Gerardo, tomando para ello las reservas geológicas.

Gráfico 5.1 Plan Anual de Explotación



CAPITULO 6

ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1. DATOS BÁSICOS.

El emprendimiento o la aprobación de un proyecto minero presupone resumir, en Único número tal como la rentabilidad esperada de un proyecto, un sinnúmero de datos tanto geoiológicos, mineros químicos, económicos como financieros, que caracterizan al proyecto en cuestión. El problema que enfrenta quien debe decidir sobre inversiones de proyectos en el sector minero no reside en la dificultad de sintetizar toda esa información en la rentabilidad esperada del proyecto, sino en la conciencia de que la información que para ello se debe utilizar nunca es perfecta. Por lo tanto siempre queda una incertidumbre sobre cuan adecuada es esa rentabilidad, que al fin y al cabo no es sino un pronóstico.

La producción, ley de mineral y precio de venta, constituyen los datos básicos para calcular los ingresos que generará el proyecto. Mientras que las inversiones, costos de producción, depreciaciones, impuestos son los componentes de los egresos.

Por lo antes señalado , a continuación se insertan los datos de:
Producción. Se considera una extracción anual de 5800 toneladas de mineral.

Ley: 15 g/ton.

Precio del producto: \$319.7/ onza troy con tendencia al alza.

Vida Útil: 5 años.

Depreciación: 5 años en cuotas constantes.

6.2. INVERSIÓN FIJA.

Los datos de la tabla 6.1 corresponden al valor de las inversiones del año 2000, fecha de inicio de la explotación del depósito.

Tabla 6.1 Inversión Fija Inicial

DESCRIPCIÓN	MILES DE \$/AÑO
Terrenos	4800.00
Equipo Mina	100000.00
Obras Civiles	6074.20
Ingeniería y Servicios	37368.00
Costos de Producción	294801.00
Capital de Giro	1000.00
Total antes del interés	444043.20
Intereses durante la producción (12%)	53285.20
Total	497328.38

6.3. COSTO DE PRODUCCIÓN.

Tabla 6.2 Costos Fijos

COSTOS FIJOS	MILES DE \$/AÑO
Mano de Obra (50 personas)	141395.08
Mantenimiento	43490.16
Explosivos	18394.00
Barrenos	4164.48
Depreciación Equipo	2153.00
Intereses de la Inversión (12%)	25151.61
Total	234748.33

Tabla 6.3 Costos Variables

COSTOS VARIABLES	MILES DE \$/AÑO
Herramientas	10000.00
Equipo de Seguridad	5000.00
Varios Materiales (carburo, madera, clavos, etc.)	26852.68
Total	41852.68

Tabla 6.4 Costos Generales

COSTOS GENERALES	MILES DE \$/AÑO
Gastos Administrativos	13200.00
Seguros	5000.00

Tabla 6.5 Costo Total

Costo Total de Producción	294801.00
----------------------------------	-----------

Con los valores obtenidos y registrados en las tablas se calcula el costo por tonelada producida:

$$\begin{aligned}
 \$/\text{ton} &= \text{Costo total} / \text{toneladas anuales.} \\
 &= 294801.00 / 5700 \\
 &= 51.71 \$/\text{ton}
 \end{aligned}$$

6.4. INGRESOS POR VENTA.

Para tener un valor de los ingresos por venta tomamos en consideración la siguiente fórmula.

$$I = \text{Toneladas producidas} * \text{Ley} * \text{Recuperación} * \text{Valor de 1g de Au}$$

Los ingresos por venta promedio mensuales es de \$68785.49.

Una vez obtenidos los valores de ingresos y de egresos calculamos la utilidad:

$$U = I - E$$

Donde:

U = utilidad

I = ingresos (ingresos mensuales por 12 meses)

E = egresos (costos totales)

$$U = I - E$$

$$= 12 * (\$68785.49) - 294801.00$$

$$= \$825425.88 - \$294801.00$$

$$= \$534944.88$$

La ley mínima de corte se puede calcular dividiendo la utilidad para el producto de las toneladas con el precio del gramo.

$$Lc = U/Ton \cdot \text{precio}$$

$$= \$534944.88 / (5700 \text{ ton} * 9.32 \$/g)$$

$$= 10.07 \text{ g/ ton}$$

6.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

Los análisis de sensibilidad sirven para investigar la influencia de una variación en el valor de alguno o algunos de los parámetros o variables (inversiones, costos de operación, ingresos, vida, etc.) sobre los diferentes Índices que miden la rentabilidad del proyecto (**VAN**, TIR, etc.). Este análisis permite también identificar aquellas variables que tienen mayor impacto en el resultado, frente a distintos grados de error en su estimación.

Para caracterizar un proyecto minero es necesario especificar una gran cantidad de información de diversos tipos. Es necesario conocer las características del yacimiento, los costos de explotación, la ubicación de la mina relativa al sistema del transporte y los centros de consumo, etc. Esta información también tiene una dimensión temporal. La mayoría de los datos deben pronosticarse para toda la vida útil del proyecto, que puede ser decenas de años. Si quisiéramos representar geoméricamente toda la información que caracteriza un

proyecto minero, deberíamos representarla en un espacio multi-dimensional. Sin embargo, el acto de decidir emprender o rechazar un proyecto es esencialmente un acto unidimensional. De ello se deriva la necesidad de que el proceso de evaluar la viabilidad de un proyecto cualquiera sea esencialmente la reducir la dimensionalidad de la información a un Único indicador. Típicamente ese indicador es el de la rentabilidad del proyecto. Hay una serie de indicadores alternativos que se pueden emplear para caracterizar la rentabilidad de un proyecto. Los más conocidos entre ellos son la tasa interna de retorno, la relación beneficio-costos y el valor anual neto

En la tabla 6.6 se presenta el cuadro base del análisis de sensibilidad, es decir sin variación de ninguna variable. En las figuras 6.1 y 6.2 se observa el gráfico de araña para el TIR y VAN obtenido como resultado del análisis, donde se aprecia que las variables más sensibles dentro del proyecto son la ley de mineral y el precio.

Tabla 6.6 Análisis de Sensibilidad Cuadro Base

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: VARIACION DE LA LEY = 0%
 HOJA DE CALCULO: ANALISIS DETERMINISTICO (MILES DE DOLARES)

AÑO	1	2	3	4	5
Días de Operación de la Mina	150	355	355	355	355
PRODUCCION					
Mineral Tratado (miles de T)	0.4	5.3	5.3	5.8	5.7
Esteril Removido (miles de T)	0.8	10.6	10.6	11.6	11.4
Ley de Mineral (g/T)	15	30	15	15	15
Oro Recuperable (Kg)	6.00	159.00	79.50	87.00	85.50
Precio del Oro (US\$/onza)	290.00	290.00	290.00	290.00	290.00
+ Valor Bruto de Venta	54.20	1436.33	718.16	785.91	772.36
Costo de Minado	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de Procesamiento	0.00	84.80	84.80	92.00	91.20
- Total Costos de Operación	100.00	184.80	184.80	192.00	191.20
= Utilidades de Operación	(45.80)	1251.53	533.36	593.91	581.16
- Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
= Utilidad Bruta Antes de Impuestos	(71.70)	1225.63	507.46	568.01	555.26
- Impuestos (25%)	0.00	306.41	126.87	142.00	138.82
= Utilidad Neta	(71.70)	919.22	380.60	426.01	416.45
+ Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
= Flujo de Caja de Operación	(45.80)	945.12	406.50	451.91	442.35
- Inversiones de Capital	497.00	295.00	295.00	295.00	295.00
- Capital de Trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
= Flujo de Caja Neto	(574.80)	638.12	99.50	144.91	135.35
= Flujo Descontado a 10.0%	(574.80)	527.37	74.75	98.98	84.04
= Acumulado	(574.80)	23.01	97.76	196.74	280.78
Valor Presente Neto:	\$280.78				
			Tasa interna de Retorno:		46.9897%

Fig. 6.2. Gráfico de Araña en base al VAN

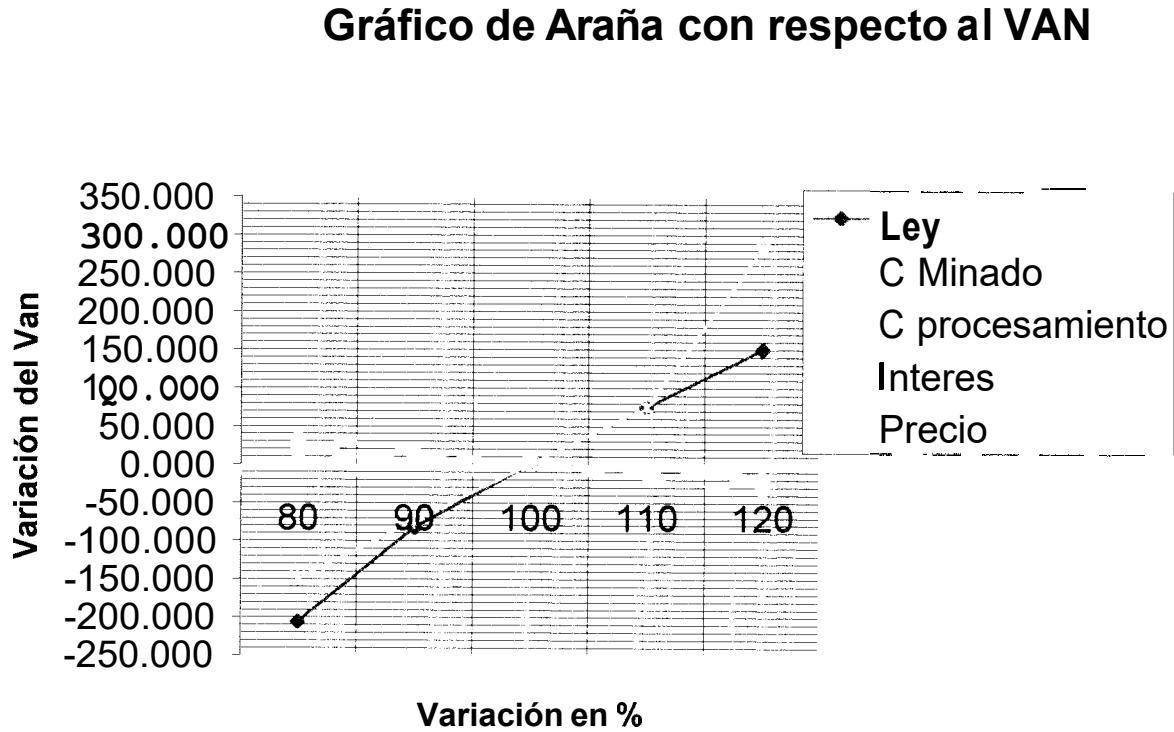
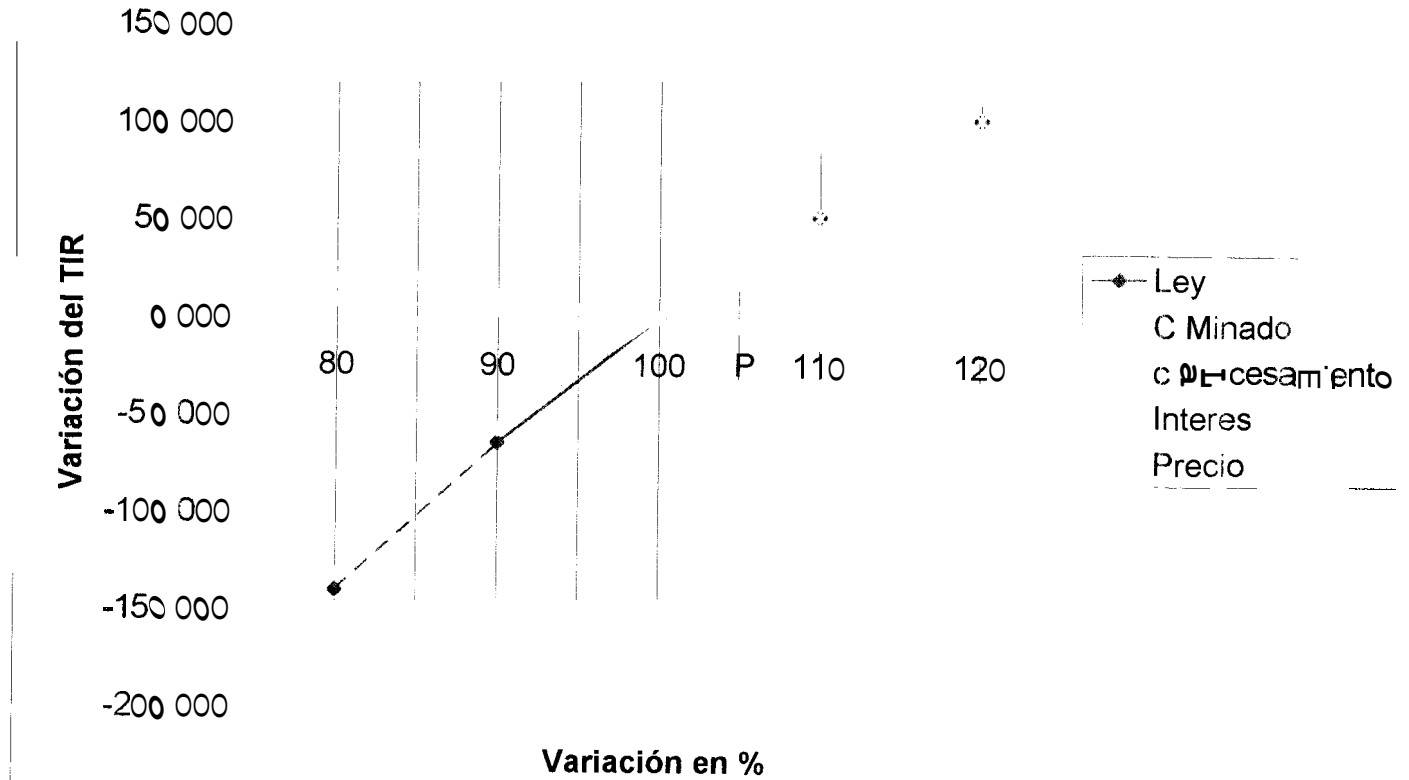


Fig. 6.1. Gráfico de Araña en base al TIR

Gráfico de Araña con respecto al TIR



CAPITULO 7

ASPECTOS AMBIENTALES

7.1. LINEA BASE⁴.

7.1.1 Medio Físico.

Situación geográfica y Administrativa.

El área se encuentra circunscrita a la Parroquia Ponce Enríquez, Cantón Pucará jurisdicción de la Provincia del Azuay, en las estribaciones del flanco occidental de la Cordillera Occidental de los Andes al Sur - Oeste del Ecuador, abarcando parte del flanco de la cordillera del Cachi y Mollopongo a una altitud entre 1000 y 1700 msnm. El área se encuentra a 30 Km. al este del Océano Pacífico y dentro de ésta se localiza la comuna de San Gerardo. Las poblaciones más cercanas son Shumiral y Ponce Enríquez, desde donde se realiza todos los abastecimientos.

Vías de acceso

La principal vía carrozable es la asfaltada Machala – Guayaquil,

⁴ Tomado del Estudio de Impacto Ambiental para la DINAMI

cerca de la población de Tenguel parte una carretera lastrada, de aproximadamente 6 Km. que llega a Shumiral; desde este sitio existe una carretera de tercer orden construida por la empresa ECUMINAS en 1990, y actualmente mantenida y lastrada gracias al Consejo Provincial del Azuay, misma que llega hasta San Gerardo y San Juan de Naranjillas, aproximadamente toma 1,2 horas de viaje; en el invierno se dificulta el acceso carrozable por esta vía.

Dentro de las áreas de estudio existen varios caminos carrozables y senderos que comunican a diferentes sitios estratégicos del proyecto.

Fisiografía.

La zona de estudio presenta un relieve montañoso muy abrupto e irregular, dividido por las subcuencas y microcuencas hidrográficas presentes en su estado juvenil, con altitudes entre 800 a 1.800 msnm. Sobresale la loma del Cachi con una altitud de 2.515 msnm, ubicada al sureste del área minera, a partir de esta elevación nacen los drenajes que van a desembocar al Pacífico.

Por encontrarse en las estribaciones de la cordillera occidental la topografía presenta un descenso gradual hacia la planicie de la costa, en la cual se localizan los recintos de Shumiral, Camilo Ponce Enríquez, Tenguel y Tendales. En la parte alta existen pequeñas semi - planicies de cota superior formando escalones colgados y valles de alta montaña, las cuales han sido aprovechados para los asentamientos poblacionales como San Gerardo y San Juan de Naranjillas.

La morfología está modelada sobre rocas volcánicas tobáceas e ignimbriticas a la parte alta, que yacen sobre las rocas verdes porfíricas e intrusivos medios a básicos con zonas de relieve abrupto localizadas en las quebradas, caídas de agua, zonas de fallas que forman escarpes pronunciados con gran diferencia de nivel. Se presentan filos de cuchilla que constituyen divisorias de aguas de las subcuencas y microcuencas hidrográficas del sector. Las quebradas forman valles juveniles colgados con perfiles en "V".

Hidrografía.

Los ejes hidrográficos principales que atraviesan el área son los ríos: Chico, Quebrada El Encanto, río Pinglio, quebrada El Chivo, quebrada Duran, fluyen hacia el Norte para desembocar junto al río Gala en el Canal de Jambelí. La quebrada de las Minas fluye hacia el Oeste para desembocar en el río Tenguel.

El río Pinglio es el principal de la zona, tiene un caudal aproximado de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ y un área de drenaje de 3 Km^2 abarcando la totalidad del distrito aurífero San Gerardo.

Calidad del agua.

Para este estudio no se consideró realizar un muestreo de aguas, por cuanto se está realizando un monitoreo de los principales drenajes del distrito San Gerardo, mismo que será presentado próximamente a la DINAMI y UAM, como un monitoreo a cargo de la Asociación de Titulares Mineros del Distrito San Gerardo. Pero de los estudios realizados anteriormente se presenta un análisis de la calidad de aguas cuyos resultados se pueden observar en el anexo 7.1

Climatología

Para el análisis climatológico se seleccionó la estación de Pagua por ser la más cercana al área de concesión, la que más datos aporta y cuya área de influencia cubre el área de estudio.

Esta estación está ubicada geográficamente entre la latitud 03° 04' 00" S y longitud 79° 45' 00" W a una altitud de 8 msnm.

De acuerdo a las observaciones de campo y a la interpolación de parámetros climatológicos y meteorológicos como precipitación, temperatura, evaporación, humedad, tipo de suelo, tipo de vegetación y fauna, a esta zona la consideramos dentro de la región Bioclimática **Sub** húmedo **Sub** Tropical que corresponde a la formación ecológica bosque húmedo Pre – Montano.

Temperatura: El área por encontrarse a una altitud que va desde los 800 a 1800 msnm, en las estribaciones occidentales de la Cordillera de Mollopongo, corresponde a la Región Bioclimática Sub húmedo sub Tropical, bosque húmedo Pre – Montano; donde se presenta un clima templado con temperaturas promedio entre 12 ° a 22 ° C. Se registran las temperaturas más bajas en la estación seca durante los meses de julio a diciembre, las temperaturas más altas se presentan durante el invierno en los meses de enero a mayo. Ver gráfico de temperatura.

Precipitación: La precipitación promedio anual (1973 a 1994) es de 1455.3 mm, la precipitación se caracteriza por una temporada invernal bien definida entre los meses de enero a junio y una temporada seca en los meses de julio a diciembre, correspondiendo los meses de mayor precipitación a enero, febrero, marzo y abril. Por información de la gente que radica en

el sector se conoce que en los meses de verano usualmente se presenta una estación bastante seca y los drenajes tienen muy poco agua, lo cual afecta a la minería, la agricultura y a la ganadería.

Evapotranspiración: Es la cantidad de agua perdida por los suelos debido a la evaporación y a la transpiración vegetal. En la zona se puede observar un valor multianual de 884,6 mm (años 1985 -1994) que demuestra que existe un considerable exceso de agua durante los meses de enero a junio y un pequeño déficit de agua entre los meses de julio a noviembre.

Balance Hídrico: El conocimiento de la Evapotranspiración potencial y los datos de precipitación permiten establecer el balance hídrico, el cual es la diferencia entre el agua recibida por el suelo y la perdida por éste, donde se incluye además el agua retenida o almacenada por el terreno.

Esto permite visualizar mejor los períodos de exceso y déficit de humedad y es de gran aplicación en el control y distribución de los recursos hídricos en el tiempo y el espacio y su consideración es elemental para proyectos de riego.

Humedad: del análisis de datos de los cuadros de humedad relativa para la estación Pagua (1982-1994) se deduce que se trata de una zona de muy alta humedad relativa con muy poca variabilidad. La estación Pagua tiene un promedio multianual de 90% de humedad, los meses de mayor humedad corresponden a los meses de junio, julio, agosto septiembre octubre y noviembre,

alcanzando valores de hasta el 92%. Ver gráfico de Humedad relativa.

Nubosidad: El promedio multianual de nubosidad para la estación Pagua es de 7 octavos. A la parte alta de San Gerardo es más despejado la mayor parte del año a excepción del invierno con neblina y con permanente llovizna.

Vientos: Los vientos tienen direcciones predominantes SE, SW, NE y NW, pero se puede notar tendencias al NE en los meses de septiembre a diciembre, y tendencias al SW en los meses de enero a mayo.

La velocidad media de los vientos en la estación de Pagua es de 3.7 m/s. Registrándose velocidades máximas de hasta 8 m/s y velocidades mínimas de 2 m/s. Ver gráficos adjuntos.

Edafología.

Los suelos del área de concesión son producto de la descomposición por meteorización y alteración de rocas andesíticas tobáceas presentes en la zona, lo que ha producido suelos lateríticos limo - arcillosos de coloración parda – rojiza - amarillenta por presencia de Óxidos de hierro y aluminio, en la parte alta de la concesión. (1 100 a 1800 msnm.).

La capa orgánica en estos suelos es poco desarrollada, tiene de 5 a 10 cm de espesor y en algunos sectores ha desaparecido completamente por la erosión. Suelos de este tipo son pobres en elementos como el potasio, fosfato y calcio, tienen poca capacidad de retener agua, **muy** baja saturación de bases, textura fina y pesada, muy lixiviados, con alto contenido de aluminio intercambiable y de muy baja fertilidad. Suelos de este

tipo son aptos para pastizales y ciertos cultivos anuales de ciclo corto, por esto en la mayor parte del área de concesión hay pastos y matorral bajo.

Uso actual del suelo

El suelo en la zona del proyecto esta ocupado de la siguiente manera: el 70 % se encuentra cubierto de pastizales, 10 % de suelo erosionado, 10 % remanentes de bosque secundario y matorrales bajos con especies arbustivas, un 5% ocupado por las obras de infraestructura (minas, botaderos, plantas, piscinas de relaves, carreteras, etc.), y apenas un 5 % de cultivos de ciclo corto.

Paisajes.

La estética paisajística ha sido altamente modificada, la vegetación natural a desaparecido casi por completo debido a la tala selectiva desde hace muchos años atrás por parte de los colonos del sector y a las actividades mineras que se vienen desarrollándose sin las debidas precauciones que amerita, acelerando de esta manera los procesos erosivos.

La presencia de neblina durante los meses de invierno acoplado a lo abrupto de la topografía no permiten apreciar paisajes panorámicos amplios, dando lugar mas bien a escenarios cerrados y focalizados, con poco colorido. Durante el verano cambia totalmente, teniendo un cielo despejado con amplios panoramas que permite visualizar el paisaje totalmente.

Se puede notar claramente sectores erosionados y deforestados, donde predominan gramíneas, pastizales y matorral bajo, sobresaliendo algunos árboles dispersos.

7.1.2 Medio Biótico

FLORA.

La Vegetación natural de zona ha sido alterada por las actividades agrícolas y mineras que se viene realizando desde hace mucho tiempo atrás, las mismas que han alterado la flora del sector, por ende la vegetación natural ha desaparecido casi por completo. En la tabla 7.1 se presenta un listado de especies vegetales en base a la información obtenida del trayecto realizado, revisión bibliográficas y encuestas a los habitantes del sector.

Especies Cultivadas.

Dentro del área de influencia se encontró escasos cultivos de maíz, caña de azúcar, pastizales, plátano entre otros.

FAUNA.

Durante el recorrido de campo se pudo observar determinadas aves mientras que no fue posible observar mamíferos ya que su hábitat ha sido alterado debido a las distintas actividades realizadas por el hombre desde tiempos atrás, es necesario indicar que la fauna silvestre esta directamente vinculada con la vegetación existente. Sin embargo determinados animales se han adaptado a estos cambios, los pobladores mencionan la existencia de zorro(*Conepatus chinga*), guatusa (*Dasyprocta punctata*), conejo silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*), entre otros. En las tablas 7.2 y 7.3 se presenta un breve listado de especies faunísticas del sector.

Tabla 7.1. Flora.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN
Arecaceae	Ireartea deltoidea	Pambil
Arecaceae	Xanthosoma sp	Camacho
Begoniaceae	Begonia sp	Begonia
Piperacea	Piper veneralense	Cordoncillo
Melastomaceae	Clidemia sp	
Melastomaceae	Miconia sp	Colca
Arecaceae	Bactris gasipaes	Chonta
Melastomaceae	Axinaea macrophylla	Amarillo
Araceae	Anturium sp	Anturium
Araceae	Anturium trunciculolum	Anturium
Piperacea	Piper aduncum	Luto
Moraceae	Cecropia peltata	Guarumo
Stryracaceae	Bacctris trinervis	Chilca
Pteridophyta	Ficus máxima	Suro
Asteraceae	Ilex speciosa	Platanillo
Poaceae	Trichipteris nacrodonia	Camacho
Musaceae	Vernonia canescens	Pasto
Asteraceae	Chusquea scandens	Duco
Poaceae	Heliconia stricta	Gramalote
Clusiaceae	Xanthosoma sagitifolium	Caña agria
Poaceae	Pennisetum purpureum	Anturium
Zingiberaceae	Clusia dixonii	Platanillo
Areceae	Pennisetum latifolium	Platanillo
Musaceae	Costus geothyrsus	Cascarilla
Musaceae	Anthurium lancea	Congona
Rubiaceae	Heliconia rostrata	
Peperomia	Heliconia hirsuta	
	Cinchona	
	Peperomia omnicola	

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Trogonidae	Dhromachrus sp	
Falconidae	Micrastur ruficollis	Halcón
Accipitridae	Buteo polysoma	Gavilán
Fringillidae	Zonotrichia capensis	Gorrión
Cinclidae	Cinclus leucocephalus	Viudo o negro
Hirundinidae	Notiochelidon cyanoleuca	Golondrina
Strigiformes	Tyto alba	Lechuza
Thraupidae	Tangara callophrys	Sigcha
Thraupidae	Tangara xanthocephata	Tangara
Fringillidae	Spinus megallanicus	Jilguero
Psittacidae	Aratinga erythrogens	Loro
Cracidae	Penélope montagnii	Pava

Tabla 7.3. ANFIBIOS Y REPTILES.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Hylidae	Gastrotheca monticola	Rana
Viperidae	Bothrops atrox	Equis
Culebridae	Leinadophis albiventris	Culebra
Iguanidae	Iguana iguana	Iguana verde
Boidae	Tropidophis	
Bufonidae	Atelopus sp	Rana
Colubridae	Oxyrohopus erytrilampus	Culebra

7.1.3. Medio Socioeconómico y Cultural.

La actividad económica principal de la zona es la agricultura a nivel de subsistencia, realizan cultivos de ciclo corto como el

maíz, plátano tomate, algo de cacao, fréjol y hortalizas, existe actividad ganadera, cría de cerdos y aves de corral. Los ingresos por la actividad agrícola son bajos.

La actividad comercial es mínima, la gente es muy pobre y los pueblos están completamente abandonados por lo que la minería se constituye en una alternativa de desarrollo y mejoramiento del nivel de vida de los pobladores del sector.

Desde el recinto Shumiral hasta la carretera asfaltada que conduce a Machala, existe una vía de segundo orden de aproximadamente 6 Km. de longitud, lastrada y afirmada con ripio.

Transporte: La cooperativa de buses “Centinela del Sur” realiza 4 turnos diarios desde Machala a Shumiral, también hay la Cooperativa camionetas que realizan cinco turnos diarios a la Fortuna, dos a San Gerardo, uno a San Antonio.

Agua Potable y Alcantarillado: El agua para consumo humano es captada de vertientes naturales, mediante la construcción de pequeños tanques y la conducción por tubería de P.VC. (agua entubada). Las comunidades de San Gerardo y Naranjillas carecen de tratamiento de aguas servidas, por lo tanto las aguas negras son vertidas directamente a los drenajes naturales.

Tabla 7.4. Medio Socio - Cultural

CULTURAL		CONFLICTOS CON MORADORES DEL SECTOR	
Infraestructura		Creación de talleres mecánicos	
		Construcción y mantenimiento de vías de acceso	
		Construcción del campamento minero	
		Creación de pozos sépticos	
Humanos		Enfermedades pulmonares	
		Enfermedades gripales	
		Muerte del ganado del sector	
		Riesgos geológicos (derrumbes)	
Medio Económico	Población	Requerimiento de mano de obra	
		Asentamientos mineros	
		Conflictos entre mineros formales e informales	
	Economía	Desarrollo económico de la zona	
		Escasez de productos de consumo masivo, aumento de precios	
		Cambio de valor del suelo	
		Ingresos en la economía local (donaciones, regalías)	

Energía Eléctrica: Toda la zona cuenta con energía eléctrica proveniente del sistema nacional interconectado, que depende del cantón Santa Isabel.

Telecomunicaciones: No existe servicio de telefonía, solo por medio de celular sea de Bell South o Porta. Se captan las señales de estaciones de radio y televisión.

Asentamientos Humanos

Las poblaciones más cercanas a las áreas de concesión constituyen los asentamientos mineros temporales de La Fortuna (600 habitantes) y Las Paralelas (300 personas) y los recintos de San Gerardo (250 habitantes), San Juan de Naranjillas (150 habitantes) y La Unión (40 habitantes). El principal centro poblado cercano al área es Shumiral (2.000 habitantes)

7.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.

En la tabla 7.4 se observa una identificación de los impactos que aqueja a la zona teniendo en cuenta la siguiente simbología.

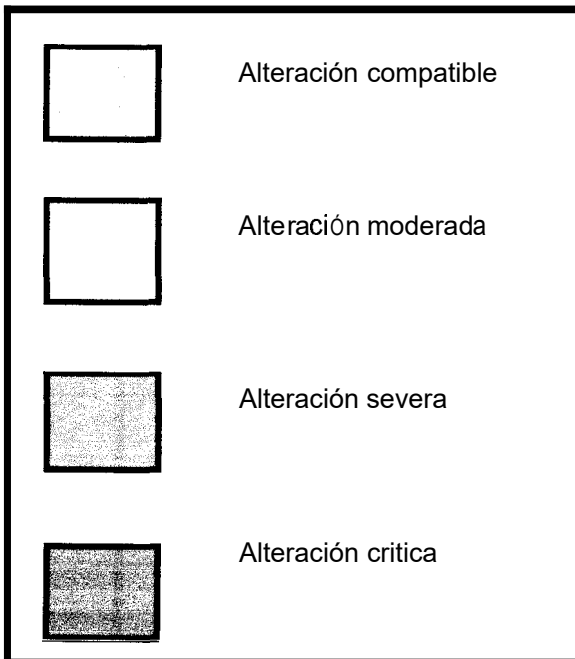


Fig. 7.1 Simbología para el análisis de la matriz de evaluación.

Tabla 7.5 Identificación de los Impactos Resultado de la Minería Subterránea

		ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS Y PROCESOS AMBIENTALES AFECTADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA EN LA MINA EXPOBONANZA - SAN GERARDO													
		ATMÓSFERA	AGUA	SUELOS	FLORA	FAUNA	MORFOLOGÍA Y PAISAJE	PROCESOS GEOFÍSICOS							
ACCIONES PRODUCTORAS DE IMPACTOS O ALTERACIONES	PRINCIPALES OPERACIONES INFRAESTRUCTURADAS Y MODELADOS DE LA ACTIVIDAD MINERA	COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA	NIVELES DE RUIDO	SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	CARACTERÍSTICAS EDAFÁTICAS	USOS	ESPECIES COMUNIDADES VEGETALES	ESPECIES Y POBLACION DE ANIMALES	MODIFICACIONES EN EL PAISAJE	INUNDACIÓN	EROSIÓN	SEDIMENTACIÓN	INESTABILIDAD	VIBRACIONES
		INFRAESTRUCTURA	CONSTRUCCIONES		○	○		●	●	○	○	○		○	○
CARRETERA DE ACCESO	○		○	●		●	●	○	○	○	○	●	●	○	○
PISTAS ACCESO AL FRENTE DE EXPLOTACIÓN	●		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	○	○
EXPLOTACIÓN	CARGA	●	●			○		○	○						
	ARRANQUE	○	●			●	●	○	○	●		●		●	○
	TRANSPORTE	●	●			○		○							
	ALMACENAMIENTO CANCHA MINA	○	○	○		○	○			●		○	○		
PROCESAMIENTO COMERCIALIZACIÓN	CARGA	○	○												○
	TRANSPORTE		○												○
	ESCOMBRERAS	●	●	○		●	●	●	●	●	●	●	○	○	
	ALMACENAMIENTO	○		○		●	○	○	○	●			○		

7.3. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Se puede observar en la tabla 7. 6 la evaluación de los impactos ambientales por la explotación subterránea.

A estos riesgos directamente relacionados con la explotación se añaden una serie de efectos ambientales indirectos, pero igualmente graves, como: producción de basuras y desechos, se induce a la colonización de lugares remotos debido al desarrollo de infraestructura, propagación de enfermedades tropicales originadas por pozos residuales de agua.

7.4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

ESCOBRERAS.

Las actividades mineras producen tanto si son superficiales como subterráneas, una gran cantidad de materiales de desecho que plantean el problema de almacenamiento en condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración en el entorno.

Las rocas estériles de las labores de preparación se depositan generalmente en montones de fragmentos gruesos denominados escombreras.

Factores para la ubicación de las escombreras

➤ Lugar de emplazamiento.

La elección del emplazamiento de una escombrera se debe basar en criterios de diversa naturaleza: técnicos, económicos, ambientales, socioeconómicos, etc.

Entre los criterios específicos entre los más importante se encuentra la distancia de transporte desde la explotación hasta la

Tabla 7.6 Valoración o Evaluación de los Impactos Ambientales producto de la Minería Subterránea

ELEMENTOS, CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER AFECTADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA SUBTERRÁNEA		RACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS								DICTAMEN			VALORACIÓN			MAGNITUD														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			13														
		BENEFICIOSO	ADVERSO	DIRECTO	INDIRECTO	SINERGIAS O ACUMULACIÓN		TEMPORAL	PERMANENTE	LOCALIZADO	EXTENSIVO	PRÓXIMO A LA Población	ALEJADO DE LA ELIENITE	REVERSIBLE	IRREVERSIBLE	RECUPERABLE	IRRECUPERABLE	MEDIDAS CORRECTORAS			PROBABILIDAD de OCURRENCIA			MEDIDAS CORRECTORAS		COMPATIBLE	MODERADO	SEVERO	CRÓNICO	AUSENCIA DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS
		SI	NO												SI	NO	A	M	D	SI	NO									
ATMÓSFERA	POLVO		•	•	•	•		•	•	•		•	•		•		•			•		•								
	GASES		•	•		•	•	•	•	•		•	•		•		•			•		•								
	RUIDOS		•		•	•		•	•	•		•	•		•		•			•		•								
AGUA	AGUA SUPERFICIAL		•	•	•	•			•		•	•		•		•			•		•		•							
	AGUA SUBTERRÁNEA	•			•			•			•	•		•		•				•		•		•						
SUELOS	CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS		•	•		•		•	•		•	•		•		•			•		•		•							
	USOS DEL SUELO		•	•	•			•	•		•	•		•		•				•		•		•						
VEGETACIÓN	ESPECIES Y COMÚN. VEGETALES		•	•		•		•	•		•	•		•		•				•		•								
FAUNA	ESPECIES Y POBLACIÓN ANIMALES		•	•		•	•		•		•	•		•		•				•		•		•						
MORFOLOGÍA Y PAISAJE	MODIFICACIONES DEL PAISAJE		•	•	•			•	•		•	•		•		•				•		•		•						
PROCESOS GEOFÍSICOS	INUNDACIÓN		•	•	•			•	•		•	•		•		•				•		•		•						
	EROSIÓN		•	•	•		•		•		•	•		•		•				•		•		•						
	SEDIMENTACIÓN		•	•	•		•		•	•		•	•		•		•				•		•		•					
	INESTABILIDAD		•		•		•		•		•	•		•		•				•		•		•						
	VIBRACIONES		•	•	•		•		•		•	•		•		•				•		•		•						

escombrera; en el caso de nuestro estudio es 150m desde la entrada de la mina hasta la escombrera (botadero), que afecta al coste total de operación; la capacidad de almacenamiento necesaria, en este caso a medida que se incrementa la escombrera (botadero) se mueve el volteador de carros, es decir se alarga la plataforma con los rieles y volteador.

Volteador
de carros

Foto 7.1 Volteador de carros, se puede observar los rieles

La capacidad de almacenamiento necesaria, que viene impuesta por el volumen de estéril a mover, las alteraciones potenciales que pueden producirse sobre el medio natural y las restricciones ecológicas existentes en el área de implantación.

➤ **Tamaño y Forma.**

El tamaño de las escombreras esta marcado por el volumen de estéril que es preciso mover para la extracción del mineral por cada dos voladuras de estéril se realiza una de mineral, es decir la relación es de 2:1. En la figura 7.2 se puede observar las

diferentes formas de las escombreras, para este estudio es en ladera.



EN VAGUADA



EN LADERA



EN BORDO



EN LLANURA

Fig. 7.2 Forma de escombreras exteriores

En esta mina la escombrera es exterior, es decir fuera de la explotación . parte del material estéril es utilizada en el relleno de las labores viejas (o abandonadas).

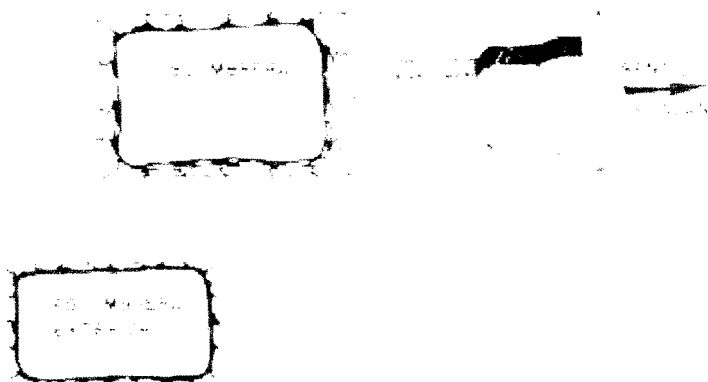


Fig. 7.3 Implantaciones de escombreras con relación al hueco de explotación.

✓ Geología y Capacidad portante.

La geología se puede apreciar en el capítulo 2, apartado 2.1 de Geología local.

✓ Método de selección del emplazamiento.

La selección del área de implantación de una escombrera persigue diversos objetivos entre los que cabe destacar los siguientes:

Minimizar los costos de transporte y vertido.

Alcanzar la integración y restauración de la estructura en el entorno.

Garantizar el entorno.

Minimizar el área afectada,

Evitar la alteración sobre hábitats y especies protegidas.

Características de los estériles de la escombrera.

Los materiales estériles que forman las escombreras son de litología distintas (toba, brechas y dique o dacita) y granulometrías variables, por lo que de entrada plantean problemas físicos, e incluso químicos (se pueden observar en la tabla), para la implantación de la vegetación.

Por lo general, predominan los estériles en forma de fragmentos gruesos con una distribución espacial distinta dentro de los depósitos, como consecuencia de la segregación que sufren las partículas al ser depositadas dentro de las escombreras, además de la granulometría, otras propiedades físicas que deben considerarse son la densidad, la porosidad y la permeabilidad.

Consideraciones de Diseño de las Escombreras.

Método y sistemas constructivos.

Los tipos de escombreras que pueden distinguirse de acuerdo con la secuencia constructiva de las mismas, en terrenos con pendiente que es el caso más habitual, son cuatro: con vertido libre, por fases adosadas, con dique y por fase superpuestas.



Fig. 7.4. Tipos de escombreras según la secuencia de construcción.

El tipo de fases superpuestas y retranqueadas aporta una mayor estabilidad, por cuanto se disminuye los taludes finales y se consigue una mayor compactación de los materiales

El recorrido debe realizarse de una manera más homogénea, se realiza desde el interior de la labor en cada uno de los frentes en los vagones cargados con el material estéril hacia el exterior de la mina donde se encuentra el volteador de carros y el material es vertido en el botadero.

Rehabilitación y Auscultación de Escombreras durante su construcción.

Normas para garantizar la estabilidad de una escombrera.

Existen ciertas normas o recomendaciones encaminadas a mejorar la resistencia de las masas de escombros frente a los deslizamientos, así como a rebajar los niveles de agua dentro de las estructuras.

Independientemente del tipo de escombreras, la primera norma a seguir consiste en la retirada de la vegetación de los suelos del lugar

de asentamiento. La descomposición de esa vegetación al cabo de un tiempo y la existencia de una capa de suelo constituyen una zona de rotura probable por la resistencia al corte que presentan. En el caso de no retirar estos materiales superficiales, porque el espesor sea grande o porque sobre ellos se van depositando estériles contaminantes separados mediante una capa de arcilla, se recomienda compactar el suelo.

En la base de apoyo no existe agua estancada, puesto que hay un canal de drenaje, al lado derecho del botadero por donde se desagua parte del agua que sale de la mina, esta misma agua la usan los jancheros para janchar.

La forma de inestabilidad según la posición de la superficie de rotura es superficial por que no afecta la base de la escombrera.

El tipo de rotura identificada que se tendría de acuerdo con la geometría de la misma sería en cuña, actualmente no se ha presentado ningún tipo de problema de rotura.

Restauración y Abandono de las Escombreras.

Una vez construida una escombrera se observa movimientos del terreno o riesgo de que se produzca, será necesario antes de implantar la cubierta vegetal o darle un uso a esos terrenos, adoptar una serie de medidas correctoras. La solución mas sencilla consiste en modificar la geometría de la estructura, mediante el remodelado del talud. Por lo cual es importante disminuir la pendiente del talud mediante la creación de bancos que contribuya a disminuir las fuerzas desestabilizadoras y mejorar el coeficiente de seguridad.

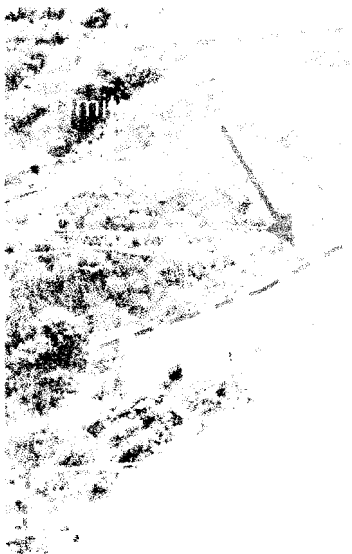
Una segunda medida correctora consiste en el drenaje de las estructuras para evitar la erosión en la superficie del talud y por otro

lado las presiones intersticiales y los efectos desestabilizadores. Se puede evitar mediante la implementación de canales de drenaje laterales por donde circule el agua que sale del interior de la mina las aguas lluvias y algún otro tipo de agua.

Es conveniente complementar estos sistemas con la construcción de bajantes superficiales que conduzcan el agua drenada hasta el desagüe principal en este caso el riachuelo, las dimensiones del los drenajes laterales son a lo largo del botadero 0 50 cm de ancho por 0.15 cm de profundidad.

Reutilización y aprovechamiento de los estériles.

En la mina EXPOBONANZA - San Gerardo las escombreras (botadero) se está tratando de rellenar hasta llegar a la carretera, para tener un fácil acceso de los vehículos de transporte, como se puede observar en la *foto*.



Botadero

Foto 7.2 Botadero marcado con línea roja, carretera marcada con línea azul

Parte del material estéril se utiliza para rellenar los espacios dejados por el tipo explotación dentro de las labores en el interior de la galería, como puede ser observado en la fotografía

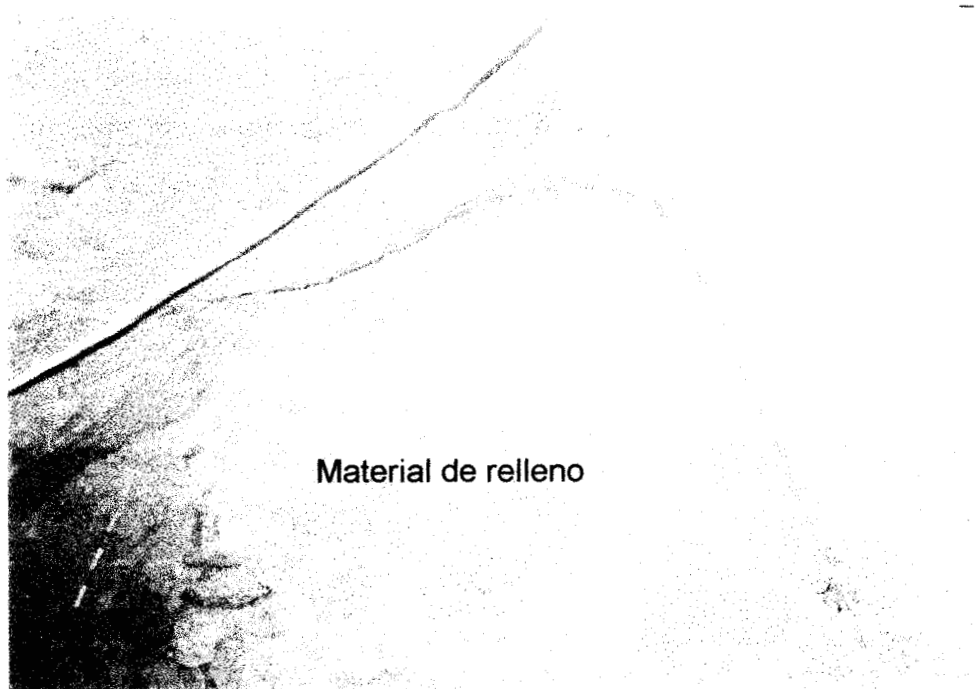


Foto 7.3 *Material estéril utilizado como relleno dentro de la labor minera*

RUIDO.

El ruido es el conjunto de sonidos que provocan una sensación desagradable al oído, puede causar dolor y serios daños al oído cuando se está expuesto en áreas sin protección.

Los ruidos pueden ser de carácter detonante, como explosiones de dinamita, combustible, etc.; el daño se presenta con intenso dolor, pérdida de sangre por el oído afectado y, a veces, pérdida del equilibrio. Y, la percusión como golpes de martillo, barreno, sonido de motores, etc., provocan daños irreversibles después de largos periodos de exposición. La pérdida de audición se presenta debido a la destrucción de las células auditivas.

Si la naturaleza del ruido es intensa y sobrepasa los 110 decibeles (motor de chancadora, barrenado), los efectos no desaparecen si descansas dos jornadas de trabajo.

Así comienza un proceso paulatino de deterioro de la audición que se convierte en sordera permanente e irreversible, en estos casos puede ser dañino el ruido.

El ruido puede ocasionar:

Daños al oído y sordera.

Enmarcamiento de sonidos.

Perdida de concentración en el trabajo.

Daños en el sistema digestivo.

Úlcera.

Gastritis.

Estados de irritabilidad y ansiedad por falta de audición.

Es importante disminuir el ruido a través de la revisión de los procesos y operaciones.

Mide la intensidad de los ruidos en el ambiente laboral.

Controle la propensión del ruido a otros ambientes laborales o viviendas.

Protégete con la utilización de tapones auditivos y / o protectores de orejas.

A partir de los 85 decibeles, se puede producir daños irreversibles.

Tabla 7.7. Cuadro sobre la contaminación del ruido en minería

<i>EFFECTOS</i>	<i>DECIBELES</i>	<i>ORIGEN DEL SONIDO</i>
Muy perjudicial	140	Explosión dinamita 100m
	130	Martillo remachador
	130	Barreno
Umbral de dolor		
Perjudicial	120	Motor de chancadora
	110	Taller de laminado
	105	Golpes de martillo en sólidos
	80	Taller de metal mecánica y trafico de calle
No riesgo	60	Conversación normal
	50	Conversación baja

La exposición al ruido está presente en la mayor parte de los procesos de trabajo del sector minero tales como en las operaciones de excavación en frontones y pozos (perforación manual de la roca con combos y cinceles, utilización de barrenos que emiten ruido intermitente, uso de explosivos para fragmentar la roca) o en las fases de molienda y trituración del material (generadores, plantas eléctricas, motores de las chancadoras, molinos y trituradoras). El ruido es un contaminante muy importante por los efectos que produce en la salud del trabajador: exposiciones al ruido que sobrepasan el nivel de 80 decibeles puede producir efectos psico-somáticos, mientras que una exposición crónica, alrededor de 5 años, mayor a 85 dB (A) durante 8 horas al día, es decir una dosis mayor a 1, puede producir Hipoacusia Inducida por Ruido (HIR), que no es más que una sordera neurosensorial.

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1. CONCLUSIONES

De los datos tomados y cálculos realizados se puede concluir:

- De acuerdo con los datos de campo que permiten elaborar el mapa estructural de la mina, se puede clasificar al yacimiento de la siguiente manera.
 - por su forma: es vetiforme de cuerpo tabular en forma de rosario o lentejones.
 - por su potencia: es delgado y en ciertos sectores poco potente (0.05-1.80 m), y
 - por su ángulo de buzamiento: es tumbado (25 – 30°).

- El principal rasgo tectónico lo constituye una estructura principal con rumbo y buzamiento promedio de N30°E, 22°al S respectivamente, además se encuentra dos familias de diaclas de

rumbo y buzamiento respectivo N35W, 54°N la primera y N5W, 85°S la segunda. Se tiene una falla que aparece en distintos tramos de las labores con rumbo N13°E y buzamiento 20°S.

- Con la graficación de los datos de los resultados de muestra se confirma el carácter lognormal de la distribución de las leyes, luego de transformarla a normal se tiene los siguientes resultados:

<i>BLOQUE</i>	<i>LEY grAu/Ton</i>
R3S	25.90
R7N	21.19
R7S	15.91
P5N	17.10
P5S	23.62
P3S	31.75

- Las reservas calculadas de acuerdo con el método clásico de perfil y cortes mediante la utilización del programa gráfico Microestación **SE** son las siguientes

<i>Tipo de Reserva</i>	<i>Reservas toneladas</i>
Probadas	5700
Probables	2100
Posibles	500
Total	8300

- El método de explotación utilizado en la mina Expobonanza - San Gerardo es una combinación de corte y relleno con cámaras abiertas debido a los diferentes tipos de roca que encontramos, esta combinación nos brinda un mayor apoyo en el sostenimiento y por ser un método selectivo se tiene mejores resultados.
- Para la voladura se utiliza como carga de fondo dinamita semigelatinosa envolviéndose con cinta de empaque lo que emula un explosivo gelatinoso utilizado cuando se encuentre un exceso de agua. En la carga de columna se usa nitrato (normalmente usado como fertilizante vegetal) con lo cual se produce un volumen menor de gases.
- No se puede incrementar la producción a 1000 toneladas mensuales debido al tipo de yacimiento ya que por ser vetiforme de cuerpo tabular en forma de rosario no es muy continuo, por lo cual se explotan los bloques ya definidos.
- Del análisis económico podemos concluir que la ley mínima de corte es de 10 g Au/Ton. Del análisis de sensibilidad al realizar variaciones de ley, costo de minado, costo de procesamiento,

interés y precio, se concluye que el proyecto resiste una disminución de 20% en los parámetros antes mencionados.

- La empresa cumple dentro de sus posibilidades con los planes de manejo ambiental. Siguen cada una de las recomendaciones de las unidades ambientales.
- La combinación de los métodos de explotación de cámaras abiertas con corte y relleno ha dado buenos resultados en este yacimiento y es utilizado debido a la poca competencia de las rocas en algunos sectores del túnel.

8.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda cambiar la forma del entibado y la madera periódicamente, debido a la humedad existente por la presencia de agua, es que se pudre rápidamente el enmaderado. Se debe cambiar este de los 150 primeros metros, colocándolo en forma de agujas o tablaestacas.
- Para incrementar la capacidad de explotación se sugiere cambiar los motores de los winches de 7.5 Hp a 10.
- El problema del transporte por medio de camiones se puede superar mediante la implementación de un winche que vaya desde la mina (cancha mina) hasta la planta.

- Dado que el consumo del aire en la mina, en los turnos de acarreo es de 119 m^3 de aire/turno y en los de perforación de 122.83 m^3 de aire/turno se recomienda incrementar el número de ventiladores centrífugos (blowers) para suplir el déficit de 60 m^3 de aire dentro de la mina

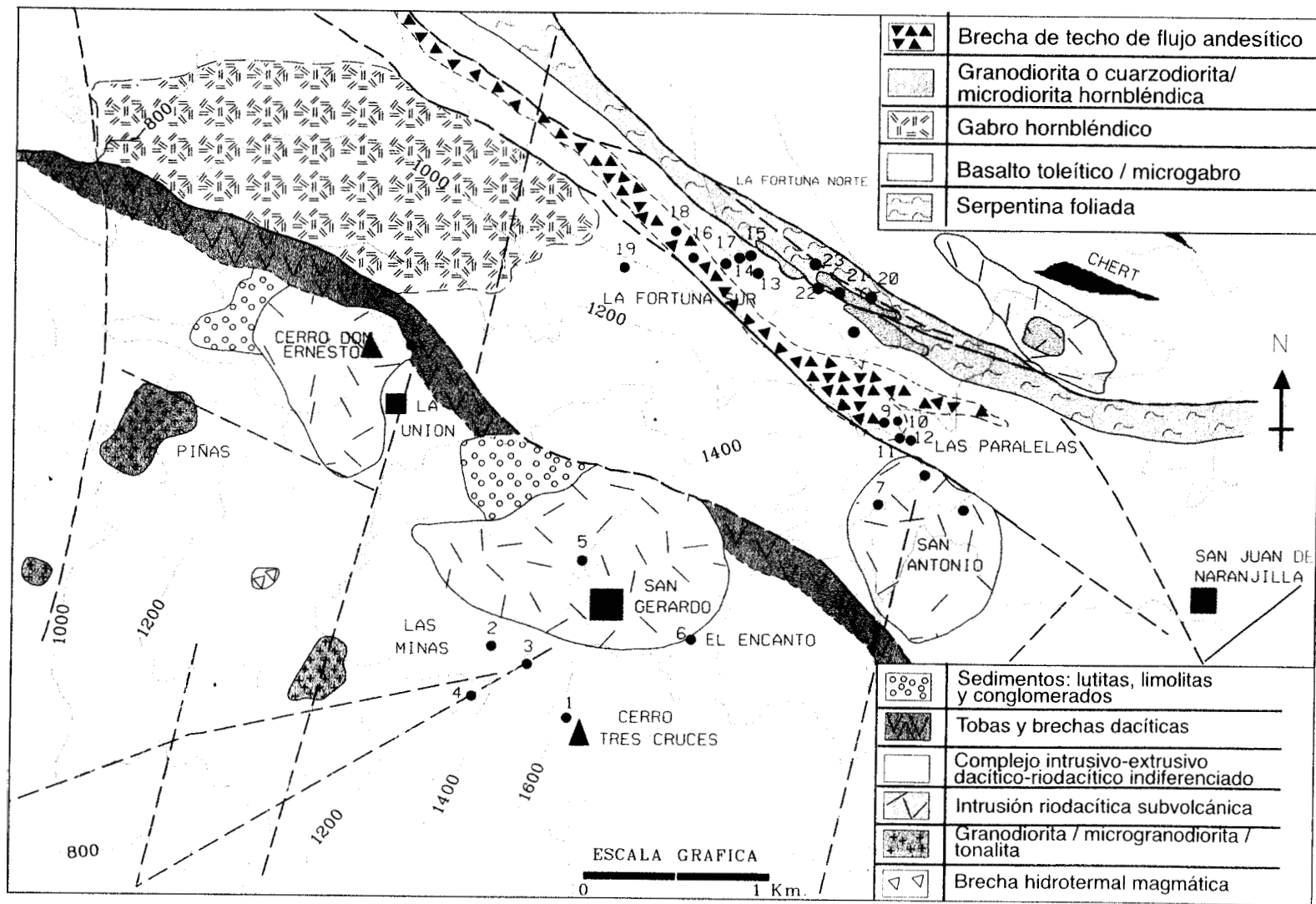
ANEXOS

ANEXO 2.1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS SISTEMAS DE VETAS PRINCIPALES EN EL CAMPO MINERO SAN GERARDO Y MAPA GEOLÓGICO REGIONAL

SECTOR TRIL CRUCES / OCA LAS MINAS (BdD No. 196)

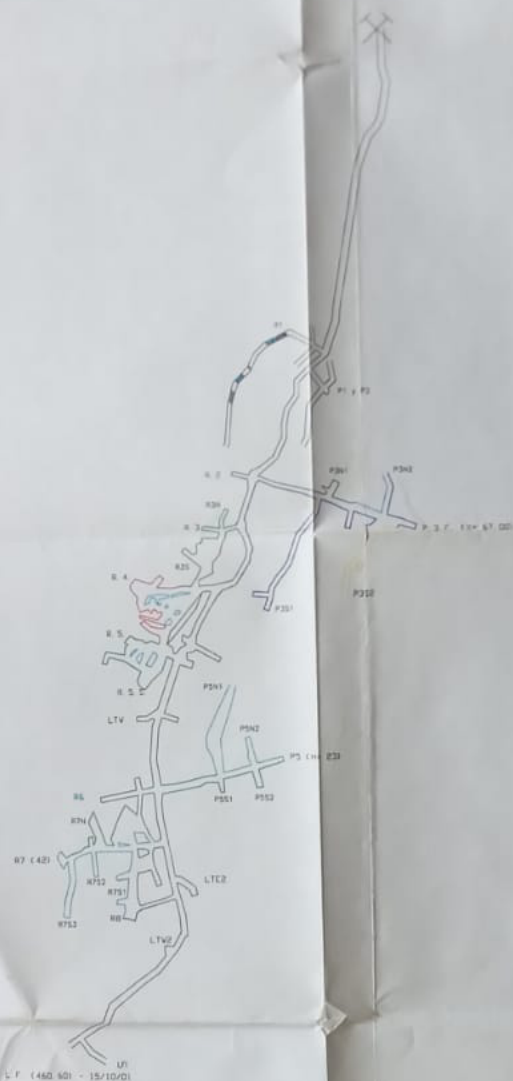
Mina/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
TRIL CRUCES	1	65157 / 966264	1630m	NE-SW	36-50 / 117-169	Andesita-Basáltica	Minerales asociados
LOS NEGROS	2	65120 / 966300	1460m	ENE-WSW	46-52 / 145-166	Dacita	Py+Asp Py+Asp+Am+CP+SP+Tr SH+Py+Am
SOC E GUERRERO	3	65130 / 966291	1420m	ENE-W(SW)	30/47 - 30/164	Basalto	Py+Asp+Am
SAN JOSE	4	65107 / 966275	1370m	NE-SW	47-55 / 128-132	Andesita-Basáltica	Py
SAN GERARDO	5	65170 / 966500	1510m	NE-SW	30 / 332	Buzambombos	Minerales asociados
EL ENCANTO	6	65228 / 966306	1445m	(NNE)-(S)W	10-46 / 055-128	Andesita	Py+Asp+Am
SAN ANTONIO	7	65334 / 966581	1335m	(ENE)-(W)SW	17-42 / 110-185	Dacita	Py+Asp+Am+CP+SP+Tr
DON ERNESTO	8	65075 / 966467	1318m	NW-SSE	28-50 / 242-265	Dacita	SH+Py+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 81)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LOUIS V	96	65334 / 966428	1168m	NW-SSE	40-51 / 229-297	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+Am+CP+Tr
LOUIS V	96	65335 / 966430	1183m	NW-SSE	36-48 / 246-256	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
LOUIS V	97	65343 / 966416	1128m	NW-SSE	52-60 / 232-260	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am+CP+SP+Tr
FLOR MARIA	10	65337 / 966425	1165m	NW-SSE	36-44 / 224-284	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
GUAGUA INCA	11	65339 / 966420	1220m	N-S	32/73-298	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
SOC DEL CISNE	12	65352 / 966416	1236m	NW-SSE	30-44 / 234-260	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
SECTOR LA PORTUNA SUR (BdD No. 199)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LA PORTUNA NORTE (BdD No. 200)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
ECUAMINAS	20	65309 / 966507	894m	WNW-ESE	(59)-86 / 207	Sepulcrales (Gd)	Py+Asp+SP+CP+Tr+Am
NUEVA AMANCESOR	22	65296 / 966502	857m	WNW-ESE	(53)-84 / 194-198	Sepulcrales (Gd)	Asp+Py+SP+CP+Am
EL LICOR	23	65293 / 966515	918m	WNW-(E)SE	50(-85) / 009-013	Sepulcrales	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 197; El Resorro y No. 198; Don Ernesto)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
TRIL CRUCES	1	65157 / 966264	1630m	NE-SW	36-50 / 117-169	Andesita-Basáltica	Minerales asociados
LOS NEGROS	2	65120 / 966300	1460m	ENE-WSW	46-52 / 145-166	Dacita	Py+Asp Py+Asp+Am+CP+SP+Tr SH+Py+Am
SOC E GUERRERO	3	65130 / 966291	1420m	ENE-W(SW)	30/47 - 30/164	Basalto	Py+Asp+Am
SAN JOSE	4	65107 / 966275	1370m	NE-SW	47-55 / 128-132	Andesita-Basáltica	Py
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 196)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 195)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 194)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 193)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 192)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 191)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 190)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 189)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 188)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	22-57 / 184-197	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+SP+CP+Am
BEATA ESPERANZA	15	65266 / 966518	810m	(ENE)-(W)SW	24-47 / 169-188	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+Tr
J & J	16	65247 / 966515	880m	NE-SW	22-37 / 130-160	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+Am
JESUS DE GRAN PODER	17	65277 / 966511	893m	WNW-ESE	10-28 / 188-225	Ba+And Bx	Py+Asp+Tr+Ba+CP+SP+Am
PAPERCOR	18	65220 / 966534	820m	(NW)-(S)SE	18-36 / 054-107	Ba+And V-clasica	Py+Asp+Am
VIRGEN DEL CISNE	19	65189 / 966516	1025m	(ENE)-(W)SW	32 / 160	Basalto	Py+Asp+Am
SECTOR LAS PALMILLAS (BdD No. 187)							
MINA/Veta	Código	Ubicación	Alturas	Buzambombos	Reservorios	Tipos de rocas	Minerales asociados
LA VICTORIA	13	65264 / 966514	852m	N-S	12-20 / 080-090	Ba/Ba+And Bx	Py+Asp+CP+SP+Am+Tr
LA UNION	14	65260 / 966516	834m	ENE-W(SW)	2		











ANEXO 2.2.

**MAPA GEOLÓGICO DE LA MINA EXPOBONANZA – SAN
GERARDO**

EXPONANZA "LA PONDEROSA"



SIMBOLOGIA

	Banco Mina
	Rangos de Ley
	Menor a 9
	Entre 9 - 15
	De 15 a 20
	De 20 a 30
	De 30 a 30
	Mayor a 30

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO DE EXPLOTACION DEL NIVEL
A DE LA MINA EXPONANZA - SAN GERARDO
MAPA DE LEYES



Diseñado por: [Name]

Fecha: Febrero del 2002

Hoja N: 3

Realizado por: Departamento Técnico de
EXPONANZA SA.

Escala: 1:1000

ANEXO 2.3.
ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE MUESTRAS

Muestra F

Ha sido una roca volcánica básica brechoide. Actualmente el carbonato ocupa casi un 50% de la roca. Los carbonatos son de magnesio y de calcio y reemplazan casi totalmente a las plagioclasas de las cuales sólo se conservan sus esqueletos o sus formas originales. Las formas originales corresponden a las que adquieren los minerales de las rocas volcánicas, es decir, idiomorfos e hipidiomorfos. Se establece que la acción post-magmática que afectó a la roca original, fue debido a la facilidad que tuvieron los fluidos para penetrarla, a causa de su estructura brechoide.

Muestras G

Originalmente la roca ha sido una brecha volcánica de tipo andesita o dacita. Ahora los carbonatos han sustituido a las plagioclasas que ya no se pueden identificar. Los carbonatos son calcita y dolomita y ocupan casi un 75% de la roca. Otros minerales son las arcillas que también han sustituido a las plagioclasas y minerales opacos que pueden haber sido depositados en el proceso metasomático que ha soportado la roca original.

Muestras H

La roca original es una microbrecha volcánica cuyos clastos son también rocas volcánicas con formas angulosas y alargadas, que están dispuestas de manera más o menos alineada, como siguiendo la dirección del flujo o corriente. Los constituyentes originales se encuentran sustituidos por carbonato que ocupa un 30% de la roca. En los clastos rocosos hay también sustitución de algunos minerales a arcillas (caolín o montmorillonita). Se encuentra también el flujo de un material café rojizo muy oscuro que correspondería a hierro. Algunas veces se presentan minerales opacos.

Muestras J

Originalmente ha sido un basalto con plagioclasas, olivinos y piroxenos que contiene algunos fragmentos rocosos. La roca ha sido afectada por fenómenos de carbonatación, serpentización, caolinización, cloritización y silicificación. Las plagioclasas se han cambiado a caolín y calcita. Los olivinos y piroxenos se han transformado a serpentinas y cloritas, probablemente por acción hidrotermal. Los fragmentos rocosos han sufrido carbonatación y silicificación.

Muestras K

La muestra se compone de minerales y fragmentos de rocas totalmente alteradas: hay caolinización y silicificación. La matriz muy fina presenta los fenómenos anteriores y también serpentinización. Las rocas presentes son tobos ahora totalmente alteradas. Se destaca la presencia de un sistema de vetillas delgadas rellenas de carbonato.

Muestras M

La roca es una toba carbonatada y silicificada, con un 5% de minerales opacos que se encuentran diseminados y también en vetillas. En ocasiones la vetilla está, rellena de carbonato. En general el fenómeno de la carbonatación es muy importante y afecta a un 50% de la roca.

Muestras N

La roca está formada por un conjunto de pequeños minerales en una matriz muy fina. La carbonatación es intensa y afecta completamente a muchos minerales y rellena un sistema de vetillas donde, a veces se encierra un mineral opaco no identificado. La caolinización también se presenta pero está restringida a algunos minerales. Los fragmentos de esta microbrecha son en algunos casos fragmentos pequeños de rocas volcánicas.

Muestras P

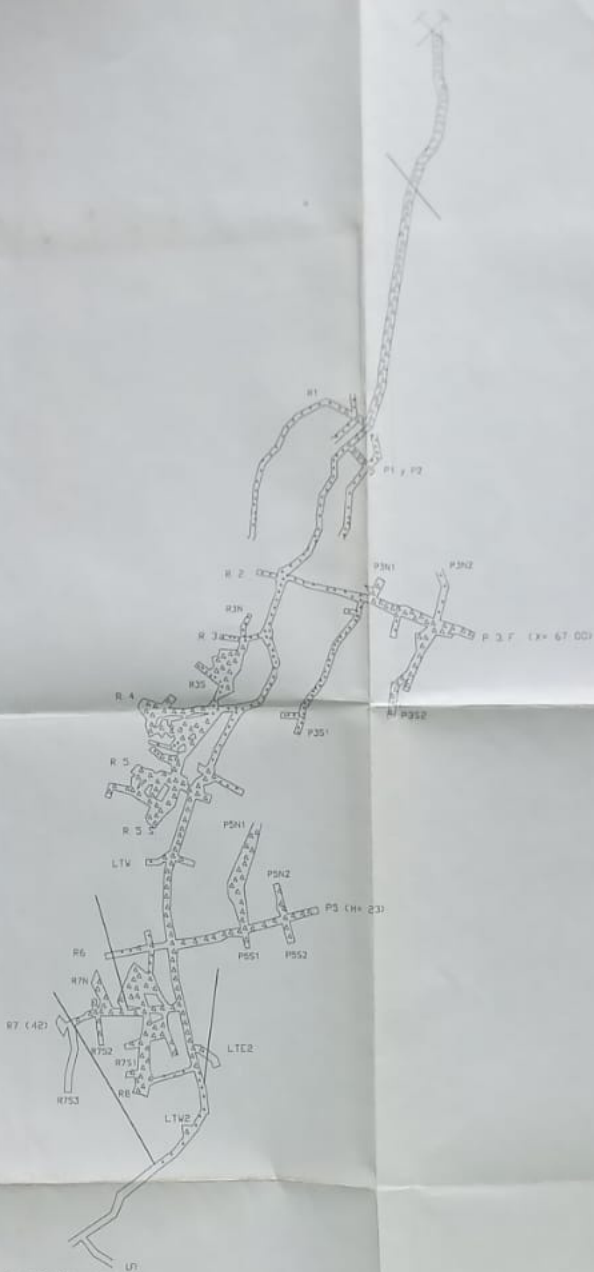
Es una microbrecha que ha sufrido carbonatación que afecta a un 60% de la roca. La microbrecha está compuesta por minerales y pequeñas partículas de rocas. Existen minerales opacos distribuidos en toda la roca y constituyen un 5% de la roca. La roca tiene un aspecto homogéneo. Hay partes que han sufrido caolinización y otras que presentan silicificación.

Muestras Q

La roca es una microbrecha muy alterada compuesta actualmente por fragmentos de cuarzo, minerales arcillosos y fragmentos de rocas volcánicas. Muchos de los minerales están carbonatados. No se identifican los minerales originales. La matriz de los fragmentos rocosos es vítrea. Hay filones rellenos de minerales metálicos (opacos), dispuestos en tres direcciones. Las vetillas





más finas están rellenas de carbonatos y a veces con minerales opacos que se presentan solos y bien desarrollados.

ANEXO 3.1.
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA MINA



L.F. 446 607 - 15/10/01

SIMBOLOGIA

-  Dese Mina
-  Brecho
-  Toba
-  Dique

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL	
PROYECTO: DISEÑO DE LA EXPLOTACION DEL NIVEL A DE LA MINA SAN GERARDO MAPA GEOLOGICO	
Elaborado por: Juan Esteban R.	Fecha: Febrero del 2001
Elaborado por: Departamento Técnico de EXPEDIANZA S.A.	Escala: 1:67.000

ANEXO 3.2.
RESULTADOS DE MUESTRAS
HISTOGRAMAS, CÁLCULO DE LA LEY MEDIA Y MAPA
DE LEYES

Coordenadas UTM.

2.3

9613650

9613600

9613550

9613500

9613450

9613400

9613350

9613300

9613250

9613200

9613150

652800

652850

652900

652950

653000

653050

653100

653150

653200

EXPOBONANZA "LA PONDEROSA"

L.F. 1488.681 - 15/10/01

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Proyecto:

Diseño de la Explotación Subterránea del Nivel A de la Mina EXPOBONANZA-San Gerardo.

MAPA TOPOGRÁFICO

Dibujado por: Rocío Estupinan M

Fecha: Febrero del 2002

Mapa No: 2

Revisada por: Departamento Técnico de EXPOBONANZA S.A.

Escala: 1:1500

SIMBOLOGIA

 Boca Mina

 Relleno



EXPONANZA "LA PONDEROSA"



SIMBOLOGIA

-  Boca Mina
-  Color - Rangos de Ley
-  Menor a 9
-  Entre 9 - 15
-  De 15 a 20
-  De 20 a 30
-  De 30 a 50
-  Mayor a 50

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO Y EXPLOTACION DEL NIVEL A
DE LA MINA EXPONANZA - SAN GERARDO
MAPA DE LEYES

Dibujado por: Socio Estupifón M.

Fecha: Febrero del 2002

Mapa N: 3

Revisado por: Departamento Técnico de
EXPONANZA S.A.

Escala: 1 : 1000

ANEXO 3.3.

HISTOGRAMAS, CÁLCULO DE LA LEY MEDIA Y MAPA DE LEYES

Serie	P. Material Kg	P. De/Oro g	Ley Au g/Ton	Ley Ordenada	Log e Ley	
R3S1 (0.0 – 3.10 m)	76	1.25	16.45	5.66	1.73342389	Oesv. Stan 0.82389369
R3S1 (3.10 – 7.40 m)	84	1.60	19.05	7.69	2.03992078	
R3S1 (7.10 – 12.40 m)	78	0.95	12.18	7.77	2.05027016	
R3S1 (17.40 – 20.20 m)	71	1.48	20.85	8.20	2.10413415	
R3S1 (12.40 – 17.40 m)	70	0.75	10.71	10.71	2.37117788	
R3S1 (11.50 – 18.25 m)	117	19.10	163.25	12.18	2.49979526	
R3S1 (4 m)	106	0.60	5.66	12.73	2.54396141	
R3S1 (6m)	103	0.80	7.77	12.99	2.56417983	
R3S (11,85 m)	87	3.90	44.83	16.33	2.79300391	
R3S (16,7 m)	109	2.80	25.69	16.45	2.80032548	
R3S Veta Oxidada	50	1.90	38	18.18	2.90032209	
R3S Veta Superior	55	1.10	20	19.05	2.9470671	
R3S Veta Inferior	52	0.40	7.69	20	2.99573227	
R3S (Veta Oxidada)	55	0.70	12.73	20.85	3.03735395	
R3S (Veta Intermedia)	49	0.80	16.33	25.69	3.24610181	
R3S - Veta Superior	77	1.00	12.99	38	3.63758616	
R3S - Veta Oxidada	81	5.50	67.9	44.83	3.80287756	
R3S	61	0.50	8.20	67.9	4.21803603	
R3S - 5 m	77	1.40	18.18	163.25	5.09528277	Media
					55.3805525	2.91476592

LEY MEDIA R3S: 25,90 gAu/Ton

Serie	P. Material Kg	P. Del Oro g	Ley Au g/Ton	Ley Ordenada	Log e Ley	
R7	109	0.4	3.67	1.87	0.62593843	Desv. Stan 0.90173881
R7S	88	0.40	4.55	2.67	0.98207847	
R7F	98	3.40	34.69	3.37	1.21491274	
R7 (0 - 4 m)	96	4.20	43.75	3.73	1.31640823	
R7 (4 - 9 m)	99	4.00	40.40	4.17	1.42791604	
R7 (9 - 14 m)	92	2.95	32.07	4.42	1.4861397	
R7 (14 - 19 m)	93	1.70	18.28	4.55	1.51512723	
R7 (14 - 19 m)	75	2.00	26.67	5.26	1.66013103	
R7 (19 - 24 m)	90	0.90	10.00	5.60	1.7227666	
R7S (2 - 4 m)	89	0.30	3.37	5.81	1.75958057	
R7S (4 - 6 m)	75	0.20	2.67	6.57	1.88251383	
R7 (8m)	99	0.92	9.29	6.59	1.88555335	
R7S (14 - 45 m)	91	0.60	6.59	8.45	2.13416644	
R7S1 (0 - 6.70 m)	82	0.80	9.76	9.76	2.2782924	
R7S1	110	1.20	10.91	9.80	2.28238239	
R7S1D	96	0.40	4.17	9.82	2.28442112	
R7S1 - 5,6 m	56	0.60	10.71	10.00	2.30258509	
R7S1 1,5 - 4,5 m	57	0.30	5.26	10.71	2.37117788	
R7S1 0 - 16,5 m	132	1.90	14.39	10.91	2.3896798	
R7S1A 1,65 - 3,30 m	134	0.50	3.73	11.03	2.40061883	
R7S2 (6,70 m Vet in9)	86	0.50	5.81	12.33	2.51203532	
R7S2 (6,70 m Vet Sup)	107	0.20	1.87	14.39	2.66653352	
R7S2 - 6,86 m	113	0.50	4.42	17.86	2.88256358	
R7S	137	0.90	6.57	18.28	2.90580757	
R7S3	110	3.50	31.82	20.83	3.03639426	
R7S3 Veta Superior	56	1.00	17.86	26.67	3.28353934	
R7S3 Veta Intermedia	136	1.50	11.03	31.82	3.46009502	
R7F	108	2.20	20.37	32.07	3.46792101	
R7S3 V. Superior	48	1.00	20.83	33.33	3.50645789	
R7SR1	125	0.70	5.60	40.40	3.69882978	
R7SR1	51	1.70	33.33	43.75	3.77849161	
R7SR2	103	8.50	82.52	82.52	4.41304069	Media
					75.5340998	2.36044062

LEY MEDIA R7S: 17,91 gAu/Ton

<i>Serie</i>	<i>P. Material Kg</i>	<i>P. Del Oro g</i>	<i>Ley Au g/Ton</i>	<i>Ley Ordenada</i>	<i>Log e Ley</i>	
R7 (0 - 4 m)	96	4.20	43.75	5.15	1.6389967	Desv. Stan 0.61734462
R7 (4 - 9 m)	99	4.00	40.40	8.45	2.1341664	
R7 (9 - 14 m)	92	2.95	32.07	9.80	2.2823824	
R7 (14 - 19 m)	93	1.70	18.28	9.82	2.2844211	
R7 (14 - 19 m)	75	2.00	26.67	10.00	2.3025851	
R7 (19 - 24 m)	90	0.90	10.00	12.33	2.5120351	
R7 (18 - 22 m)	102	1.00	9.80	17.33	2.8524391	
R7 (22 - 26 m)	71	0.60	8.45	18.28	2.9058076	
R7 (26 - 30 m)	73	0.90	12.33	20.00	2.9957323	
R7 (30 - 32 m)	112	1.10	9.82	21.9	3.0864866	
R7N- V. Intermedia	45	0.90	20.00	22.64	3.1197183	
R7N- V. Intermedia	75	1.30	17.33	26.67	3.2835393	
R7N2 - 3,96 m	97	0.50	5.15	32.00	3.4657359	
R7N	100	3.20	32.00	32.07	3.4679210	
R7N	53	1.20	22.64	40.40	3.6988298	
R7N	105	2.30	21.9	43.75	3.7784916	
					45.8092886	

LEY MEDIA R7N:21,19 gAu/Ton

<i>Serie</i>	<i>P. Material Kg</i>	<i>P. Del Oro g</i>	<i>Ley Au g/Ton</i>	<i>Ley Ordenada</i>	<i>Log e Ley</i>		
P5 - 9 m	116	0.70	6.03	3.64	1.2919837	Desv. Stan 0,98756251	
P5 -11,5m	102	1.70	16.67	3.77	1.3270750		
P5F V. Clavada	55	0.20	3.64	6.03	1.7967470		
P5 0 - 4 m	59	0.40	6.78	6.06	1.8017098		
P5 4 - 8 m	57	12.90	226.32	6.45	1.8640801		
P5 8 - 12 m	52	0.50	9.62	6.78	1.9139771		
P5 12 - 16 m	53	0.20	3.77	8.11	2.0930979		
P5 16 - 20 m	39	0.60	15.38	9.62	2.2638441		
P5 20 - 24 m	57	0.60	10.53	10.29	2.3311725		
P5N 4,45 m	132	0.80	6.06	10.53	2.3542281		
P5N1 - 18,20 m	106	2.10	19.81	15.38	2.7330680		
P5N1 - 20,20 m	111	0.90	8.11	16.35	2.7942279		
P5N2 - 8 m	68	0.70	10.29	16.67	2.8136107		
P5N2	124	0.80	6.45	19.81	2.9861865		
P5N	159	2.60	16.35	226.32	5.4219499		Media 2.38579727
					35.7869591		

LEY MEDIA P5N:17,10 gAu/Ton

Serie	P. Material Kg	P. Del Oro g	Ley Au g/Ton	Ley Ordenada	Log e Ley		
P5 0 - 4 m	59	0.40	6.78	1.54	0.4317824	Desv. Stan 1.26816055	
P5 4 - 8 m	57	12.90	226.32	3.77	1.3270750		
P5 8 - 12 m	52	0.50	9.62	4.62	1.5303947		
P5 12 - 16 m	53	0.20	3.77	6.78	1.9139771		
P5 16 - 20 m	39	0.60	15.38	7.44	2.0068708		
P5 20 - 24 m	57	0.60	10.53	9.62	2.2638442		
P5S 3,0 m	121	0.90	7.44	10.53	2.3542283		
P5F - 48,05 m	135	1.30	9.63	15.38	2.7330680		
P5S2 - 5,52 m	107	2.10	19.63	19.63	2.9770590		
2 - 8,58 m V. Superior	65	0.30	4.62	19.63	2.9770590		
32 - 8,58 m V. Inferior	65	0.10	1.54	226.32	5.4219499		Media
					25.9373086		2.35793714

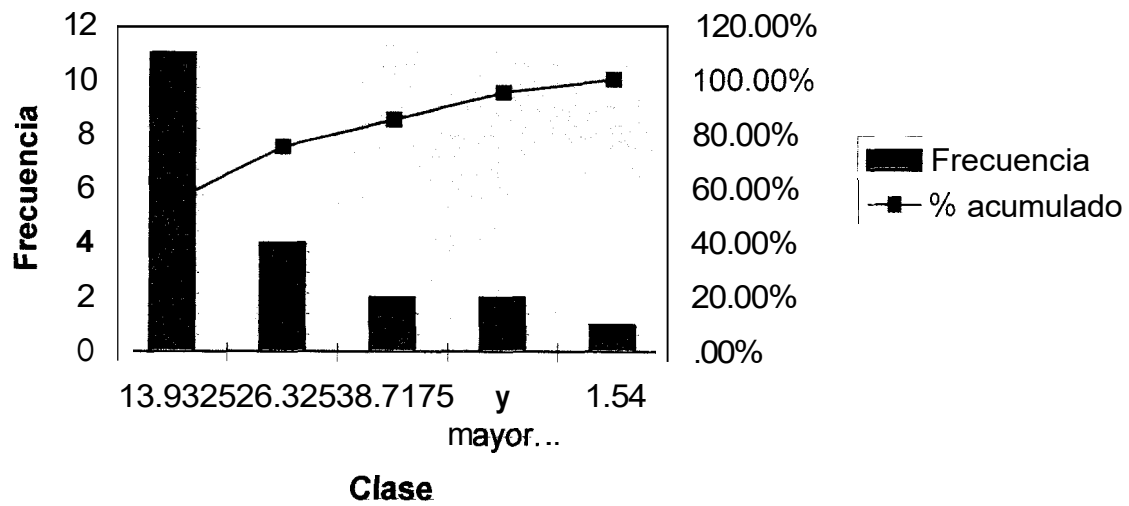
LEY MEDIA P5S:23,62 gAu/Ton

Serie	P. Material Kg	P. Del Oro g	Ley Au g/Ton	Ley Ordenada	Log Ley e	
P3F	112	2.30	20.54	8.42	2.1306098	Desv. Stan 0.72710113
P3F - 65 m	67	9.00	134.33	9.52	2.2533948	
P3F - 65 m Veta	80	1.70	21.25	15.85	2.7631695	
P3F - 65 m Vetilla	95	0.80	8.42	17.35	2.8535925	
P3F - V. Inferior	98	1.70	17.35	18.48	2.9166891	
P3F - V. Superior	92	1.70	18.48	20.54	3.0223742	
P3S1 - 19 m	60	1.60	26.67	21.25	3.0563569	
P3S 1 - 19 m	49	1.20	24.49	24.49	3.1982649	
P3S1	82	1.30	15.85	26.67	3.2835393	
P3S1R	105	1.00	9.52	29.27	3.3765631	
P3S3 - 9,60 m	45	2.30	51.11	45.95	3.8275538	
P3S3 - 9,60 m	111	5.10	45.95	51.11	3.9339802	
P3S3	164	4.80	29.27	134.33	4.9002995	
					41.5163876	3.19356828

LEY MEDIA P3S:31,75gAu/Ton

	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1.54	1	5.00%	13.9325	11	55.00%
3.325	11	60.00%	26.325	4	75.00%
6.325	4	80.00%	38.7175	2	85.00%
9.7175	2	90.00% y mayor...		2	95.00%
	2	100.00%	1.54	1	100.00%

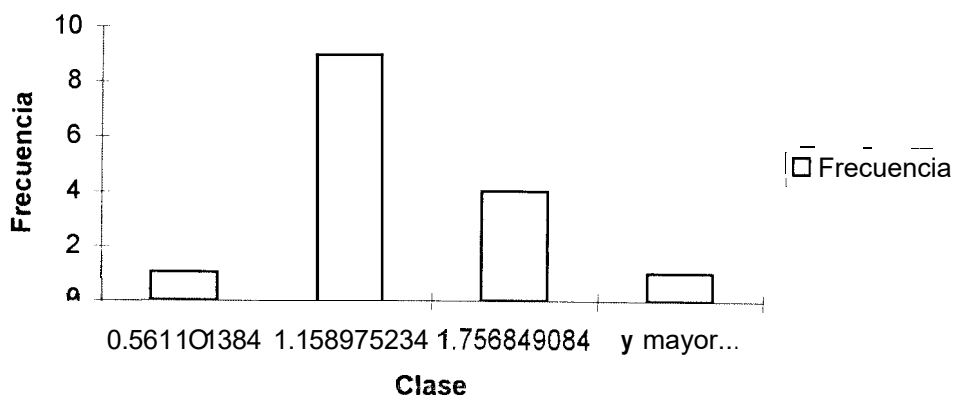
Histograma



Clase	Frecuencia
0.56110138	1
1.15897523	9
1.75684908	4
y mayor...	1

Bloque P5N

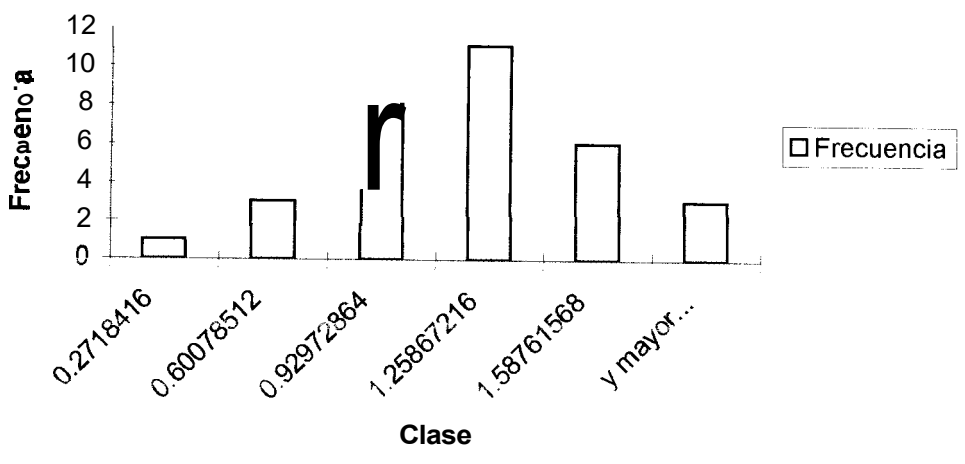
Histograma



Clase	Frecuencia
0.2718416	1
0.60078512	3
0.92972864	8
1.25867216	11
1.58761568	6
y mayor...	3

Bloque R7S

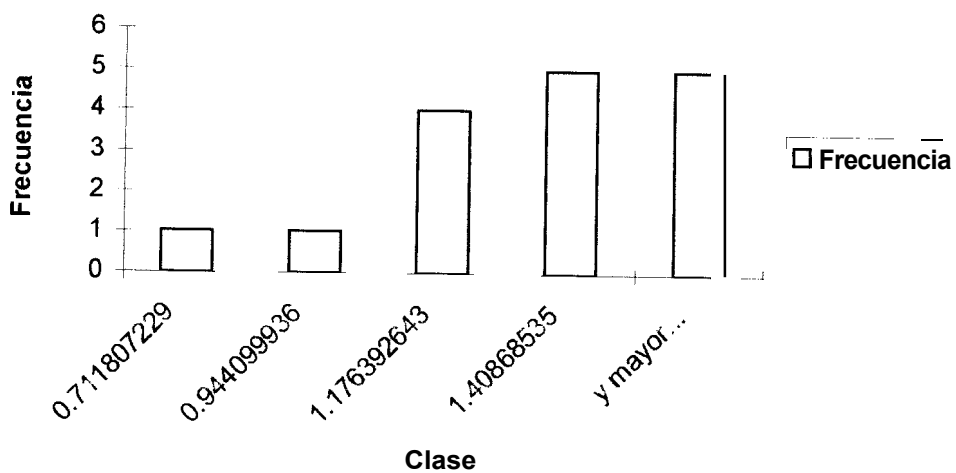
Histograma



<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
0.71180723	1
0.94409994	1
1.17639264	4
1.40868535	5
mayor...	5

Bloque R7N

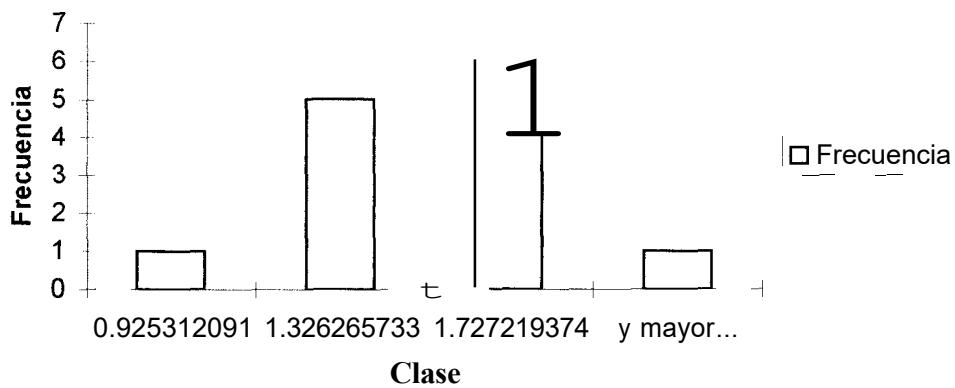
Histograma



<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
0.92531209	1
1.32626573	5
1.72721937	6
' mayor...	1

Bloque P3S

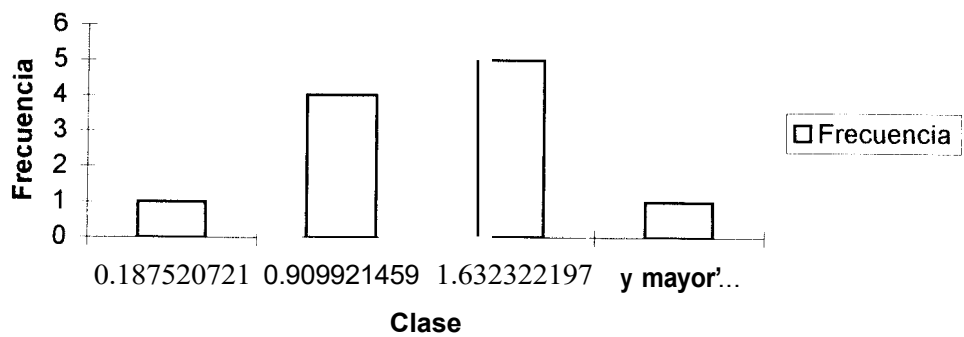
Histograma



Clase	Frecuencia
0.18752072	1
0.90992146	
1.6323222	
/ mavor...	

Bloque P5S

Histograma



RESERVAS PROBABILES

Reservado por el Estado



ANEXO 3.4. PERFILES Y CÁLCULO DE RESERVAS



RESERVAS PROBABLES

Perfiles del Bloque P5

P5S1

P5N1

2.52 m ²			5.46 m ²
2.26 m ²			5.55 m ²
1.81 m ²			7.02 m ²
2.78 m ²			7-57 m ²
3.65 m ²			9.41 m ²
4.54 m ²			14.52 m ²
4.01 m ²			12.53 m ²
3.24 m ²			11.1 m ²
1.35 m ²			9.2 m ²
1.25 m ²			7.90 m ²

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO DE LA EXPLOTACION DEL NIVEL A
DE LA MINA EXPONANZA - SAN GERARW
PERFILES DE LAS VETAS BLOQUE P5

Dibujado por: Rocio Estupinan M

Fecha: Febrero del 2002

Mapa N°:

Revisado por: Departamento Técnico de
EXPONANZA S.A.

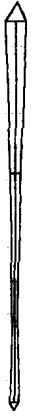
Escala:

1 : 250

P5 S1 - S2

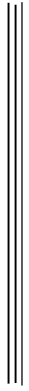
P5 N1 - N2

1.65 m2



5.71 m2

2.03 m2



5.95 m2

2.04 m2



4.38 m2

1.88 m2



4.28 m2

1.48 m2



3.87 m2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO DE EXPLOTACION DEL NIVEL A
DE LA MINA EXPONANZA - SAN GERARDO
PERFILES DE VETA: BLOQUE P5

Elaborado por:	Nombre:	Fecha:
Revisado por:	Apellido:	Fecha:
Instituto Tecnológico Superior de Española, S.A.		

Perfiles del Bloque P3

P3S1

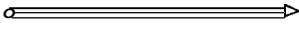
P3N1

0.61 m²



0.71 m²

1.32 m²



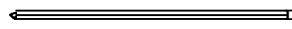
1.24 m²

1.10 m²



1.07 m²

1.33 m²



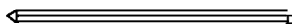
1.23 m²

1.50 m²



1.42 m²

1.10 m²



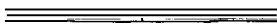
1.12 m²

0.86 m²



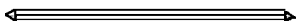
0.79 m²

1.62 m²



1.35 m²

1.57 m²



1.23 m²

1.48 m²



1.53 m²



0.99 m²

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO DE EXPLOTACION DEL NIVEL A
DE LA MINA EXPOBONANZA - SAN GERARDO
PERFILES DE VETA: BLOQUE P3

Dibujado por: Rosal Estupinan M

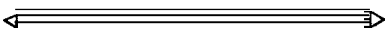
Fecha: Febrero del 2002

Mapeo N°:

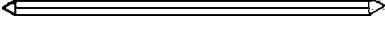
Revisado por: Departamento Técnico de
EXPOBONANZA S.A.

Escala:

P3S1 - P3S2

2.00 m2 

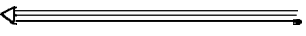
2.20 m2 

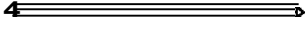
2.34 m2 

2.38 m2 


2.19 *mf* 


P3N1 - P3N2

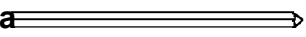
 1.13 m2


 1.54 m2

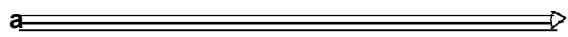
 1.87 m2

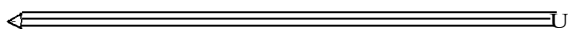
 2.06 m2


 1.98 m2

 1.98 m2

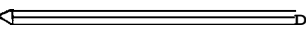
 3 m2

 3 m2

 5 m2

 3 m2

 3 m2























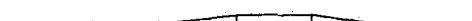

 1.75 m2

 0.99 m2

P3S1 - P3S3

Dibujado por: Rosio Estajinan M	Fecha: Febrero del 2002
Revisado por: Departamento Técnico de EXPOBONAZA S.A.	Mapa N°:
	Escala:

Perfiles del Bloque R7

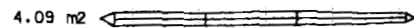
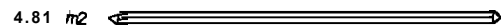
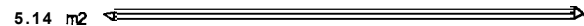
	R7S	R7N	
5.63 m ²			7.01 m ²
6.30 m ²			7.04 m ²
6.92 m ²			6.72 m ²
7.18 m ²			6.64 m ²
6.76 m ²			6.52 m ²
7.38 m ²			6.81 m ²
8.19 m ²			6.85 m ²
10.26 m ²			6.33 m ²
12.72 m ²			6.25 m ²
15.70 m ²			5.40 m ²
17.15 m ²			4.99 m ²
18.65 m ²			4.77 m ²

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO DE EXPLOTACION DEL NIVEL A
DE LA MINA EXPONANZA - SAN CERAROO

Perfiles del Bloque R3 - R4

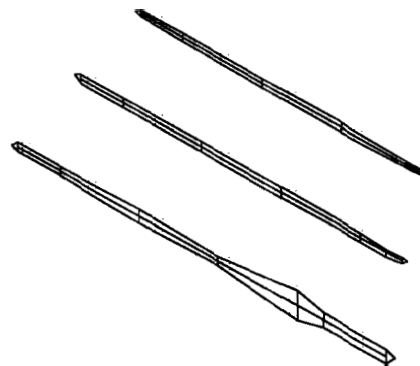
R3S



2.62 m²

3.41 m²

5.82 m²

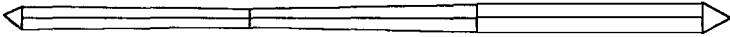


R3N

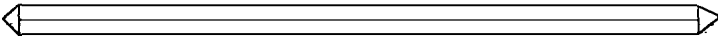


RESERVAS POSIBLES

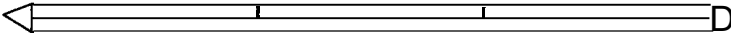
P5N1 - N2



2.69 m2

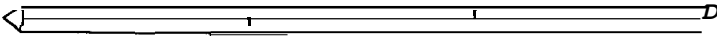


3.06 m2

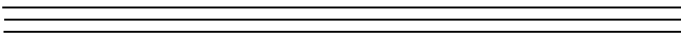


3.17 m2

3.16 m2



3.08 m2



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO DE EXPLOTACION DEL NIVEL A
DE LA MINA EXPONANZA - SAN GERARDO
PERFILES DE VETA: BLOQUE P5

Dibujado por: Rocio Estupinan M

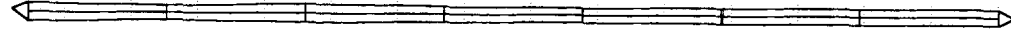
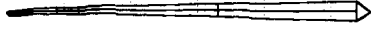
Fecha:
Febrero del 2002

Revisado por: Departamento Tecnico de
EXPONANZA S.A.

Mapa N:
Escalar

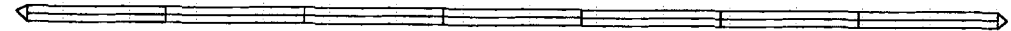
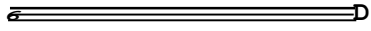
P5

1.34 m²



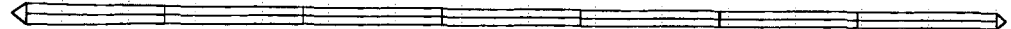
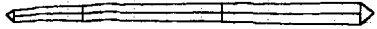
7.27 m²

2.47 m²



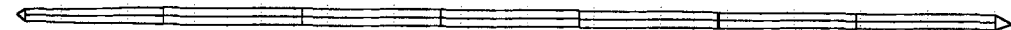
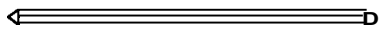
7.27 m²

2.82 m²



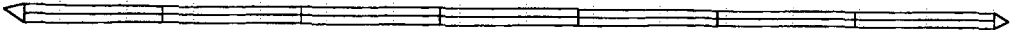
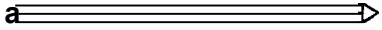
7.67 m²

2.52 m²



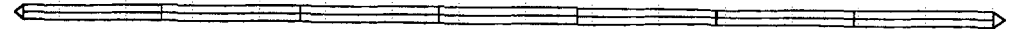
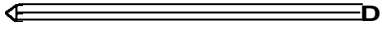
7.25 m²

2.75 m²



7.49 m²

2.58 m²



7.15 m²

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO DE EXPLOTACION DEL NIVEL A
DE LA MINA EXPOBONANZA - SAN GERARDO
PERFILES DE VETA: BLOQUE P5

R3

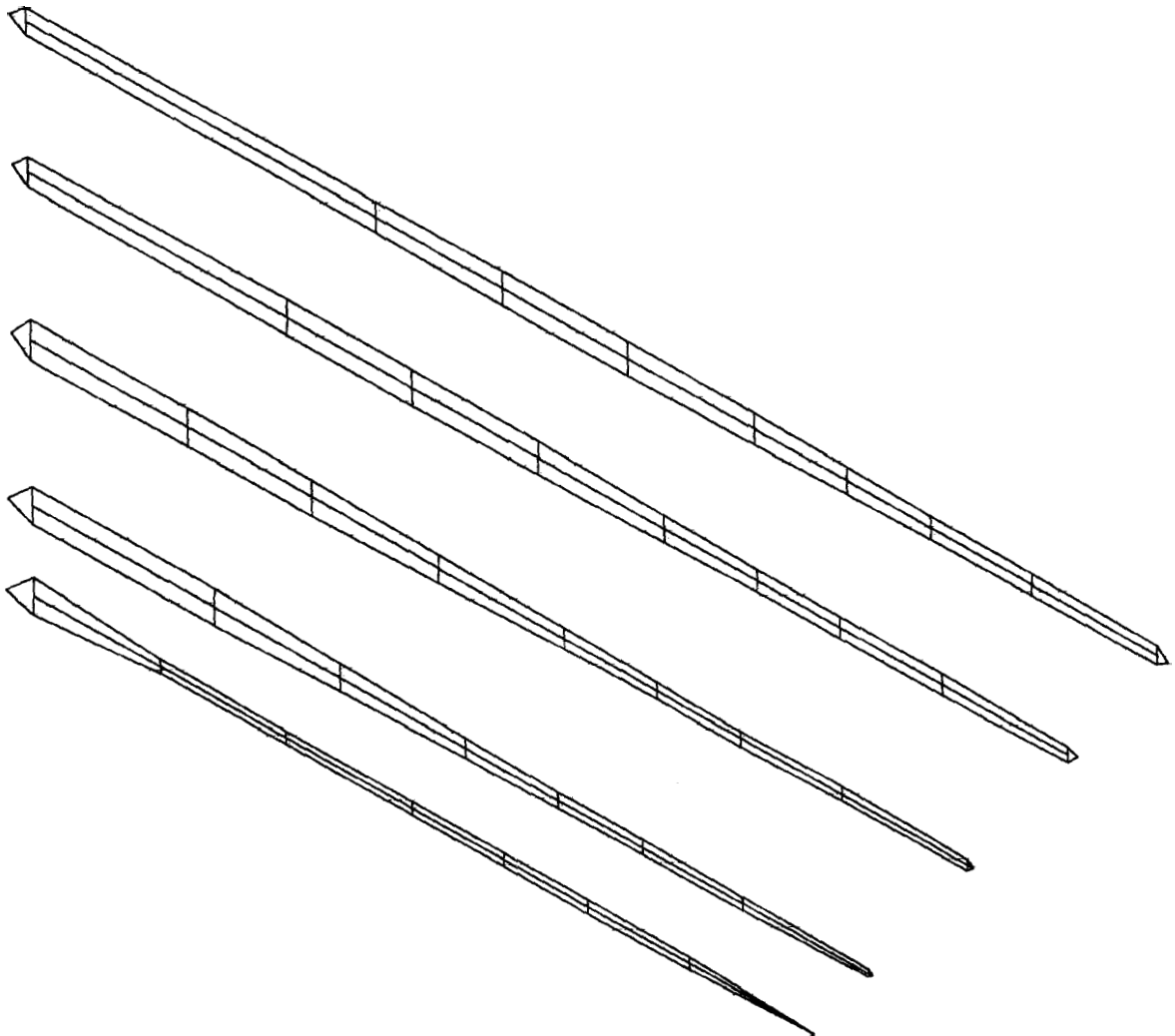
14 m²

94 m²

5 m²

4 m²

1 m²



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO DE EXPLOTACION DEL NIVEL A
DE LA MINA EXPOBONANZA - SAN GERARDO
PERFIELES DE VETA: BLOQUE R3

Dibujado por: Rocío Estupinan M

Fecha: Febrero del 2008

Mapa N°:

Revisado por: Departamento Técnico de
EXPOBONANZA S.A.

Escala:

Bloque	Área por perfil m ²	Media	Distancia m	Volumen m ³	Ley Media grAu/ton	
'5 (LF - N1)	5.46	5.505	3	16.515	17.70	675324
	5.55	6.285	3	18.855		
	7.02	7.295	3	21.885		
	7.57	8.49	3	25.47		
	9.41	11.965	3	35.895		
	14.52	15.025	3	45.075		
	15.53	13.315	3	39.945		
	11.1	10.15	3	30.45		
	9.20	8.55	3	25.65		
	7.90			259.74		
'5 (LF - S1)	2.52	2.39	3	7.17	23.61	199095
	2.26	2.035	3	6.105		
	1.81	2.295	3	6.885		
	2.78	3.215	3	9.645		
	3.65	4.095	3	12.285		
	4.54	4.275	3	12.825		
	4.01	3.625	3	10.875		
	3.24	2.295	3	6.885		
	1.35	1.3	3	3.9		
	1.25			76.575		
'5 (N1 - N2)	5.70	5.825	3	17.475	17.70	
	5.95	5.14	3	15.42		
	4.33	4.305	3	12.915		
	4.28	3.675	2.25	8.26875		
	3.07			54.07875		
'5 (S1 - S2)	1.65	1.84	3	5.52	23.61	55341
	2.03	2.035	3	6.105		
	2.04	1.96	3	5.88		
	1.88	1.68	2.25	3.78		
	1.48			21.285		

3 (LF - S1)	0.61	0.965	31	2.895	31.70	
	1.32	1.21	3	3.63		
	1.10	1.215	3	3.645		
	1.33	1.415	3	4.245		
	1.50	1.3	3	3.9		
	1.10	0.98	3	2.94		
	0.86	1.24	3	3.72		
	1.62	1.595	3	4.785		
	1.57					
				29.76		
F3 (S1 - S2)	2.00	2.1	3	6.3		
	2.20	2.27	3	6.81		
	2.34	2.36	3	7.08		
	2.38	2.285	3	6.855		
	2.19					
			27.045		70317	
3 (S2 - S3)	2.92	3.155	3	9.465		
	3.39	3.325	3	9.975		
	3.26	3.195	3	9.585		
	3.13	3.28	1	3.28		
	3.43					
			32.305		83993	
7 (S1 - S2)	8.19	9.225	3	27.675	15.91	
	10.26	11.49	3	34.47		
	12.72	14.21	3	42.63		
	15.70	16.425	3	49.275		
	17.15	17.9	3	53.7		
	18.65					
			207.75			
7 (S2 - S3)	5.63	5.965	2	11.93		
	6.3	6.61	3	19.83		
	6.92	7.05	3	21.15		
	7.18	6.97	3	20.91		
	6.76	7.07	3	21.21		
	7.38			0		
			95.03		247078	
7 (N1 - N2)	6.85	6.59	3	19.77	21.19	
	6.33	6.29	3	18.87		
	6.25	5.865	3	17.595		
	5.48	5.235	3	15.705		
	4.99	4.881	3	14.64		
	4.77					
			86.58		225108	

27 (N2 - N3)	7.01	7.025	3	21.075		
	7.04	6.88	3	20.64		
	6.72	6.68	3	20.04		
	6.64	6.58	3	19.74		
	6.52	6.665	3	19.995		
	6.81					
				101.49		263874
23 (LF - N1)	3.55	2.905	3	8.715	25.90	
	2.26	2.2	3	6.6		
	2.14					
				15.315		39819
23 (N1)	6.39	4.515	3	13.545		
	2.64	3.095	3	9.285		
	3.55					
				22.83		
13 (S1)	2.62	3.015	3	9.045		
	3.41	4.615	3	13.845		
	5.82					
				22.89		
	3.69	3.33	4.40	14.652		
	2.97	4.055	3	12.165		
	5.14	4.975	3	14.925		
	4.81	2.405	3	7.215		
	4.09					
				48.957		127288.2

2064613.2

Calculo de Reservas Posibles

Bloque	Area por perfil m2	Media	Distancia m	Volumen m3
P5 (N1 - N2)	2.69	2.875	3	8.625
	3.06	3.115	3	9.345
	3.17	3.165	3	9.495
	3.16	3.12	2.25	7.02
	3.08			34.485
P5 (N2 - F)	7.27	7.27	3	21.81
	7.27	7.47	3	22.41
	7.67	7.46	3	22.38
	7.25	7.37	3	22.11
	7.49	7.32	3	21.96
	7.15			110.67
P5 (S2 - F)	1.34	1.905	3	5.715
	2.47	2.645	3	7.935
	2.82	2.67	3	8.01
	2.52	2.635	3	7.905
	2.75	2.665	3	7.995
	2.58			37.56

ANEXO 6.1.
TABLAS PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: VARIACION DE LA LEY =+10%

ANO	1	2	3	4	5
Costos de Operación de la Mina	150	355	355	355	355
PRODUCCION					
Mineral Tratado (miles de T)	0.4	5.3	5.3	5.8	5.7
Mercurio Removido (miles de T)	0.8	10.6	10.6	11.6	11.4
Mercurio de Mineral (g/T)	16.5	33.0	16.5	16.5	16.5
Mercurio Recuperable (Kg)	6.60	174.90	87.45	95.70	94.05
Costo del Oro (US\$/onza)	290.00	290.00	290.00	290.00	290.00
Valor Bruto de Venta	59.62	1579.96	789.98	864.51	849.60
Costo de Minado	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de Procesamiento	0.00	84.80	84.80	92.00	91.20
Total Costos de Operación	100.00	184.80	184.80	192.00	191.20
Utilidades de Operación	(40 38)	1395.16	605.18	672.51	658.40
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Utilidad Bruta Antes de Impuestos	(66 28)	1369.26	579.28	646.61	632.50
Impuestos (25%)	0.00	342.31	144.82	161.65	158.13
Utilidad Neta	(66 28)	1026.94	434.46	484.95	474.38
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Flujo de Caja de Operación	(40 38)	1052.84	460.36	510.85	500.28
Inversiones de Capital	497.00	295.00	295.00	295.00	295.00
Capital de Trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Flujo de Caja Neto	(54938)	745.84	153.36	203.85	193.28
Flujo Descontado a 10.0%	(499 44)	616.40	115.22	139.24	120.01
Acumulado	(499 44)	116.96	232.19	371.42	491.43

HOJA DE CÁLCULO: ANÁLISIS DETERMINISTICO (MILES DE DÓLARES)

AÑO	1	2	3	4	5
Costos de Operación de la Mina	150	355	355	355	355
PRODUCCION					
Mineral Tratado (miles de T)	0.4	5.3	5.3	5.8	5.7
Mercurio Removido (miles de T)	0.8	10.6	10.6	11.6	11.4
Mercurio de Mineral (g/T)	18.0	36.0	18.0	18.0	18.0
Mercurio Recuperable (Kg)	7.20	190.80	95.40	104.40	102.60
Costo del Oro (US\$/onza)	290.00	290.00	290.00	290.00	290.00
Valor Bruto de Venta	65.04	1723.59	861.80	943.10	926.84
Costo de Minado	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de Procesamiento	0.00	84.80	84.80	92.00	91.20
Total Costos de Operación	100.00	184.80	184.80	192.00	191.20
Utilidades de Operación	(34 96)	1538.79	677.00	751.10	735.64
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Utilidad Bruta Antes de Impuestos	(60 86)	1512.89	651.10	725.20	709.74
Impuestos (25%)	0.00	378.22	162.77	181.30	177.43
Utilidad Neta	(60 86)	1134.67	488.32	543.90	532.30
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Flujo de Caja de Operación	(34 96)	1160.57	514.22	569.80	558.20
Inversiones de Capital	497.00	295.00	295.00	295.00	295.00
Capital de Trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Flujo de Caja Neto	(543 96)	853.57	207.22	262.80	251.20
Flujo Descontado a 10.0%	(494 51)	705.43	155.69	179.49	155.98
Acumulado	(494 51)	210.92	366.61	546.10	702.08

Flujo Presente Neto:

\$702.08

Tasa interna de Retorno:

95.2922%

ANALISIS DE SENSIBILIDAD: VARIACION DE LA LEY = -10%

ANO	1	2	3	4	5
Costos de Operación de la Mina	150	355	355	355	355
PRODUCCION					
Mineral Tratado (miles de T)	0.4	5.3	5.3	5.8	5.8
Mineral Estéril Removido (miles de T)	0.8	10.6	10.6	11.6	11.6
Gravamen de Mineral (g/T)	13.5	27.0	13.5	13.5	13.5
Gravamen Recuperable (Kg)	5.40	143.10	71.55	78.30	76.99
Precio del Oro (US\$/onza)	281.40	281.40	281.40	281.40	281.40
Valor Bruto de Venta	47.33	1254.36	627.18	686.35	674.57
Costo de Minado	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de Procesamiento	0.00	84.80	84.80	92.00	91.20
Total Costos de Operación	100.00	184.80	184.80	192.00	191.20
Utilidades de Operación	(52.67)	1069.56	442.38	494.35	483.37
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Utilidad Bruta Antes de Impuestos	(78.57)	1043.66	416.48	468.45	457.47
Impuestos (25%)	0.00	260.91	104.12	117.11	114.37
Utilidad Neta	(78.57)	782.74	312.36	351.34	343.09
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Flujo de Caja de Operación	(52.67)	808.64	338.26	377.24	368.96
Inversiones de Capital	497.00	295.00	295.00	295.00	295.00
Capital de Trabajo	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Flujo de Caja Neto	(561.67)	513.64	43.26	82.24	73.96
Flujo Descontado a 10.0%	(510.61)	424.50	32.50	56.17	45.97
Acumulado	(510.61)	(86.11)	(53.60)	2.56	48.49

Valor Presente Neto: \$48.49 Tasa interna de Retorno: 16.96595

ANO	1	2	3	4	5
Costos de Operación de la Mina	150	355	355	355	355
PRODUCCION					
Mineral Tratado (miles de T)	0.4	5.3	5.3	5.8	5.7
Mineral Estéril Removido (miles de T)	0.8	10.6	10.6	11.6	11.4
Gravamen de Mineral (g/T)	12.0	24.0	12.0	12.0	12.0
Gravamen Recuperable (Kg)	4.80	127.20	63.60	69.60	68.41
Precio del Oro (US\$/onza)	290.00	290.00	290.00	290.00	290.00
Valor Bruto de Venta	43.36	1149.06	574.53	628.73	617.89
Costo de Minado	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de Procesamiento	0.00	84.80	84.80	92.00	91.20
Total Costos de Operación	100.00	184.80	184.80	192.00	191.20
Utilidades de Operación	(56.64)	964.26	389.73	436.73	426.69
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Utilidad Bruta Antes de Impuestos	(82.54)	938.36	363.83	410.83	400.79
Impuestos (35%)	0.00	328.43	127.34	143.79	140.28
Utilidad Neta	(82.54)	609.93	236.49	267.04	260.51
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Flujo de Caja de Operación	(56.64)	635.83	262.39	292.94	286.41
Inversiones de Capital	497.00	295.00	295.00	295.00	295.00
Capital de Trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Flujo de Caja Neto	(565.64)	328.83	(44.61)	(14.06)	(20.59)
Flujo Descontado a 10.0%	(514.22)	271.76	(33.52)	(9.60)	(12.78)
Acumulado	(514.22)	(242.45)	(275.97)	(285.57)	(298.35)

Valor Presente Neto: (\$298.35) Tasa interna de Retorno: #¡NUM!

ANALISIS DE SENSIBILIDAD: VARIACION DEL PRECIO = -10%
HOJA DE CALCULO: ANALISIS DETERMINISTICO (MILES DE DOLARES)

ANO	1	2	3	4	5
Días de Operación de la Mina	150	355	355	355	355
PRODUCCION					
Mineral Tratado (miles de T)	0.4	5.3	5.3	5.8	5.7
Esteril Removido (miles de T)	0.8	10.6	10.6	11.6	11.4
Ley de Mineral (g/T)	15	30	15	15	15
Oro Recuperable (Kg)	6.00	159.00	79.50	87.00	85.50
Precio del Oro (US\$/onza)	261.00	261.00	261.00	261.00	261.00
+ Valor Bruto de Venta	48.78	1292.69	646.35	707.32	695.13
Costo de Minado	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de Procesamiento	0.00	84.80	84.80	92.00	91.20
- Total Costos de Operación	100.00	184.80	184.80	192.00	191.20
= Utilidades de Operación	(51.22)	1107.89	461.55	515.32	503.93
- Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
= Utilidad Bruta Antes de Impue	(77.12)	1081.99	435.65	489.42	478.03
- Impuestos (25%)	0.00	270.50	108.91	122.36	119.51
= Utilidad Neta	(77.12)	811.50	326.74	367.07	358.52
+ Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
= Flujo de Caja de Operación	(51.22)	837.40	352.64	392.97	384.42
Inversiones de Capital	497.00	295.00	295.00	295.00	295.00
Capital de Trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
= Flujo de Caja Neto	(560.22)	530.40	45.64	85.97	77.42
= Flujo Descontado a 10.0%	(509.29)	438.34	34.29	58.72	48.07
= Acumulado	(509.29)	(70.95)	(36.66)	22.06	70.13

Valor Presente Neto:

\$70.13

Tasa interna de Retorno:

20.0828%

ANALISIS DE SENSIBILIDAD: VARIACION DEL PRECIO = -20%

ANO	1	2	3	4	5
Días de Operación de la Mina	150	355	355	355	355
PRODUCCION					
Mineral Tratado (miles de T)	0.4	5.3	5.3	5.8	5.7
Esteril Removido (miles de T)	0.8	10.6	10.6	11.6	11.4
Ley de Mineral (g/T)	15	30	15	15	15
Oro Recuperable (Kg)	6.00	159.00	79.50	87.00	85.50
Precio del Oro (US\$/onza)	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00
Valor Bruto de Venta	43.36	1149.06	574.53	628.73	617.89
Costo de Minado	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de Procesamiento	0.00	84.80	84.80	92.00	91.20
Total Costos de Operación	100.00	184.80	184.80	192.00	191.20
Utilidades de Operación	(56.64)	964.26	389.73	436.73	426.69
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Utilidad Bruta Antes de Impue	(82.54)	938.36	363.83	410.83	400.79
Impuestos (25%)	0.00	234.59	90.96	102.71	100.20
Utilidad Neta	(82.54)	703.77	272.87	308.12	300.59
Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
Flujo de Caja de Operación	(56.64)	729.67	298.77	334.02	326.49
Inversiones de Capital	497.00	295.00	295.00	295.00	295.00
Capital de Trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Flujo de Caja Neto	(565.64)	422.67	(8.23)	27.02	19.49
Flujo Descontado a 10.0%	(514.22)	349.31	(6.18)	18.46	12.10
Acumulado	(514.22)	(164.90)	(171.08)	(152.63)	(140.52)

Valor Presente Neto:

(\$140.52)

Tasa interna de Retorno:

-14.8217%

ANALISIS DE SENSIBILIDAD: VARIACION DEL PRECIO = +10%
HOJA DE CALCULO: ANALISIS DETERMINISTICO (MILES DE DOLARES)

ANO	1	2	3	4	5
Días de Operación de la Mina	150	355	355	355	355
PRODUCCION					
Mineral Tratado (miles de T)	0.4	5.3	5.3	5.8	5.7
Esteril Removido (miles de T)	0.8	10.6	10.6	11.6	11.4
Ley de Mineral (g/T)	15	30	15	15	15
Oro Recuperable (Kg)	6.00	159.00	79.50	87.00	85.50
Precio del Oro (US\$/onza)	319.00	319.00	319.00	319.00	319.00
+ Valor Bruto de Venta	59.62	1579.96	789.98	864.51	849.60
Costo de Minado	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de Procesamiento	0.00	84.80	84.80	92.00	91.20
- Total Costos de Operación	100.00	184.80	184.80	192.00	191.20
= Utilidades de Operación	(40.38)	1395.16	605.18	672.51	658.40
- Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
= Utilidad Bruta Antes de Impue:	(66.28)	1369.26	579.28	646.61	632.50
- Impuestos (25%)	0.00	342.31	144.82	161.65	158.13
= Utilidad Neta	(66.28)	1026.94	434.46	484.95	474.38
+ Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
= Flujo de Caja de Operación	(40.38)	1052.84	460.36	510.85	500.28
- Inversiones de Capital	497.00	295.00	295.00	295.00	295.00
- Capital de Trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
= Flujo de Caja Neto	(549.38)	745.84	153.36	203.85	193.28
= Flujo Descontado a 10.0%	(499.44)	616.40	115.22	139.24	120.01
= Acumulado	(499.44)	116.96	232.19	371.42	491.43

Valor Presente Neto: \$491.43 **Tasa interna de Retorno:** 71.5945%

ANALISIS DE SENSIBILIDAD: VARIACION DEL PRECIO = +20%
HOJA DE CALCULO: ANALISIS DETERMINISTICO (MILES DE DOLARES)

ANO	1	2	3	4	5
Días de Operación de la Mina	150	355	355	355	355
PRODUCCION					
Mineral Tratado (miles de T)	0.4	5.3	5.3	5.8	5.7
Esteril Removido (miles de T)	0.8	10.6	10.6	11.6	11.4
Ley de Mineral (g/T)	15	30	15	15	15
Oro Recuperable (Kg)	6.00	159.00	79.50	87.00	85.50
Precio del Oro (US\$/onza)	348.00	348.00	348.00	348.00	348.00
+ Valor Bruto de Venta	65.04	1723.59	861.80	943.10	926.84
Costo de Minado	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de Procesamiento	0.00	84.80	84.80	92.00	91.20
- Total Costos de Operación	100.00	184.80	184.80	192.00	191.20
= Utilidades de Operación	(34.96)	1538.79	677.00	751.10	735.64
- Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
= Utilidad Bruta Antes de Impue:	(60.86)	1512.89	651.10	725.20	709.74
- Impuestos (25%)	0.00	378.22	162.77	181.30	177.43
= Utilidad Neta	(60.86)	1134.67	488.32	543.90	532.30
+ Depreciación	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90
= Flujo de Caja de Operación	(34.96)	1160.57	514.22	569.80	558.20
- Inversiones de Capital	497.00	295.00	295.00	295.00	295.00
- Capital de Trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
= Flujo de Caja Neto	(543.96)	853.57	207.22	262.80	251.20
= Flujo Descontado a 10.0%	(494.51)	705.43	155.69	179.49	155.98
= Acumulado	(494.51)	210.92	366.61	546.10	702.08

Valor Presente Neto: \$1,078.02 **Tasa interna de Retorno:** 95.2922%

ANEXO 7.1.
CRITERIOS SOBRE LA CALIDAD DE AGUA

ESTACION PAGUA

LATITUD 03 04'S

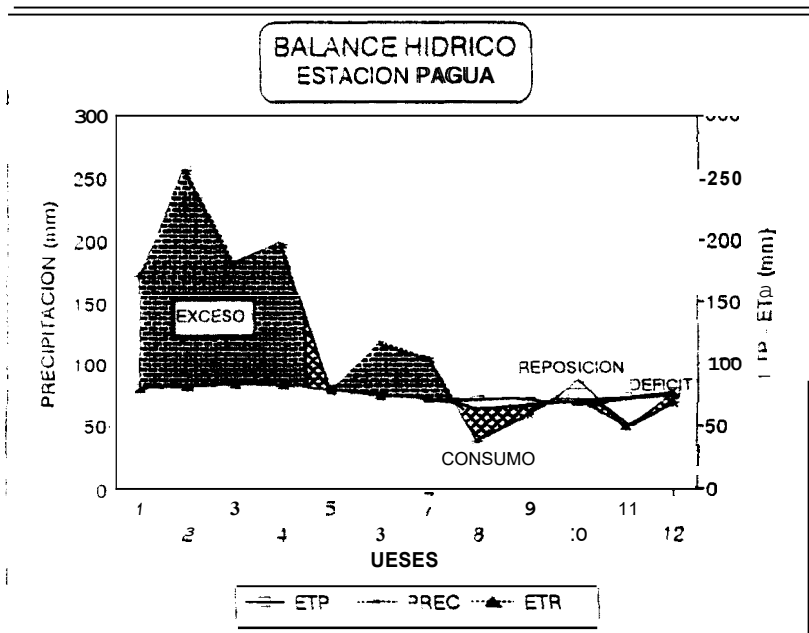
LONGITUD 79 46'S

ALTITUD 8 msnm

ETP: 1973-86

RR: 1965-90

	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SE?	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ETP	30	82	84	83	79	74	72	70	69	70	72	77	312
PREC?	172	256	182	198	77	118	105	36	59	85	50	69	1409
(P-ETP)	92	174	98	115	-2	44	33	-32	-10	15	-22	-8	-197
Sum (P-ETP)					-2			-32	-42		-22	-30	
Almacn	100	100	100	100	98	100	100	72	65	80	80	74	1069
Var de Alm	26	0	0	3	-2	2	0	-25	-7	15	0	-6	3
Evapot Real	90	82	84	83	79	74	72	66	66	70	50	75	881
Def de Agua	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	22	2	31
Exc de Agua	66	174	98	115	3	42	33	0	0	0	0	0	528
Esgurrim total	34	104	101	108	54	48	40	20	10	5	3	1	528
Hum. total ret.	134	204	201	208	152	148	140	92	75	85	83	75	1597



ANEXO No 2

CRITERIOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA Y ANALISIS DE LABORATORIO

Valores limites para agua de consumo humano.

Registro Oficial N° 204 del 5 de Julio de 1989

Decreto 2144 del MINISTERIO DE SALUD PUBLICA.

Art. 19.- Los criterios de calidad para las aguas de consumo humano y doméstico y que para su potabilización requieren sólo desinfección, son los siguientes:

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
Temperatura		° C	Condición Natural
Potencial de Hidrógeno		pH	6 - 9
Oxígeno Disuelto	O.D	mg/l	80% O de saturac. y no menor a 6 mg/l
Demanda Bioquímica de O ₂	D.B.O. 5	mg/l	10% D.B.O ₅ admisible y máximo 2 mg/l
Bacterias Coliformes	NMP/100cm ³	Coli. Total	100. Coli. Fecal 20
Aceites y Grasas	Película Visible		Ausencia
Sólidos Disueltos		mg/l	1000
Turbiedad	UTF		10
Color	Color Real		Unidades de color 20
Olor y Sabor			Ausencia
Materia Flotante			Ausencia
Amoníaco	N-amoniaco	mg/l	1,0
Arsénico	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro	CN	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloruros	Cl	mg/l	250,0
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos Fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo	mg/l	No detectable
Hierro	Fe	mg/l	0,3
Mercurio	Hg	mg/l	0,002
Nitratos	N-nitratos	mg/l	10,0
Nitritos	N-nitritos	mg/l	10
Plata	Ag	mg/l	0,05
Piomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se ₂	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄	mg/l	400,0
Tensoactivo	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5

Valores límite para agua de uso agrícola.

Art. 20.- Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola son las siguientes

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Arsénico	As	mg/l	0.1
Berilio	Be	mg/l	0.1
Boro	B	mg/l	1.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.01
cinc	Zn	mg/l	2.0
Cobalto	Co	mg/l	0.05
Cobre	Cu	mg/l	0.2
Cromo	Cr+6	mg/l	0.1
Flúor	F	mg/l	1.0
Hierro	Fe	mg/l	5.0
Litio	Li	mg/l	2.5
Manganeso	Mn	mg/l	0.2
Molibdeno	Mo	mg/l	0.01
Niquel	Ni	mg/l	0.2
Potencial de Hidrógeno	pH	mg/l	6 - 9
Plomo	Pb	mg/l	0.05
Selenio	Se	mg/l	0.02
Vanadio	V	mg/l	0.1
Bacterias Coliformes	NMP/100cm ³	Coli. Total	1000
Huevos de parásitos			Ausencia
Accites y Grasas	Película Visible		Ausencia
Material Flotante			Ausencia

BIBLIOGRAFÍA

Prodeminca “Evaluación de Distritos Mineros del Ecuador” Vol. 4 Depósitos Porfidicos y Epi – Mesotermiales Relaciones con Intrusiones de la Cordilleras Occidental y Rea”.

Junio 2000.

M. Bustillo R, C. López Jimeno, “Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Minera”.

Editorial Entorno Gráfico, Madrid 1997.

Instituto Tecnológico GeoMinero de España, “Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería”.

Editorial Instituto Tecnológico Geominero de España.

B. Stoces, “Elección y Crítica de los Métodos de Explotación en Minería”.

Ediciones Omega S.A.

Dr. Dr-Ing. C. Hellmut Fritzsche, “Tratado de Laboreo de Minas Tomo 1 y 2”.

Editorial Labor S.A 1965.

Segunda Edición Española.

Instituto Tecnológico Geominero de España, “Manual de Evaluación Técnico-Económico de Proyectos Mineros de Inversión”.

Editorial Instituto Tecnológico Geominero de España.

Taton Robert, "Minería Topografía Subterránea. Galerías, Túneles Subsuelos"

Tercera edición.

Editorial Paraninfo Madrid 1981.

Mottana, Crespi, Liborio, "Guía de Minerales y Rocas".

Editorial Grijalvo.

Conferencia Informativa sobre Seguro de Preinversión. Seminario de Promoción del Seguro de Preinversión, "Los Usos del Análisis de Riesgo en la Evaluación de Proyectos".

Quito 1983.

PÁGINAS DE INTERNET

- <http://plata.uda.cl/minas/academicos/hmery/CUT%20AND%20FILL.html>.
- www.atlascopco.com
- www.comex.com
- www.metalprice.com