

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA DE ENERGÍA, INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES**

"ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS"

TEMA:

**"ELECCIÓN DEL SISTEMA DE
EXPLOTACIÓN PARA LOS YESOS
EXISTENTES EN EL ÁREA MINERA
"JABONILLO", PARROQUIA MALACATOS,
CANTÓN LOJA"**

Tesis de grado previa a la obtención del
Título de Ingenieros de "Minas"

AUTORES

Armijos Cuenca Martha Yadira

Sánchez Iñiguez Marco Antonio

1859

Ing. Luis Enrique Figueroa M.

DIRECTOR

Ing. Carlomagno Chamba T.

Ing. Jorge Michael Valarezo R.

ASESORES

LOJA - ECUADOR

2005

C E R T I F I C A C I Ó N

Ing.

Luis Enrique Figueroa M.

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

"ÁREA DE LA ENERGÍA, INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES"

"ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS"

DIRECTOR DE TESIS;

En Uso de sus Atribuciones Legales:

CERTIFICA:

Haber dirigido, revisado y corregido la presente Tesis de Grado "**ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA LOS YESOS EXISTENTES EN EL ÁREA MINERA "JABONILLO", PARROQUIA MALACATOS, CANTÓN LOJA**", realizada por los Egresados: Martha Yadira Armijos Cuenca y Marco Antonio Sánchez Iñiguez, y a la posterior revisión final el cual se ajusta a los requerimientos de una Tesis de Grado, Autoriza a los postulantes a su presentación para los fines legales pertinentes y el trámite correspondiente para su posterior defensa.

Loja, Septiembre del 2005

Atentamente:

Ing. Luis Enrique Figueroa M.
DIRECTOR DE TESIS

C E R T I F I C A C I Ó N

Ing.

Carlomagno Chamba T.

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

"ÁREA DE LA ENERGÍA, INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES"

"ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS"

ASESOR DE TESIS;

En Uso de sus Atribuciones Legales:

CERTIFICA:

Haber revisado y corregido la presente Tesis de Grado **"ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA LOS YESOS EXISTENTES EN EL ÁREA MINERA "JABONILLO", PARROQUIA MALACATOS, CANTÓN LOJA"**, realizada por los Egresados: Martha Yadira Armijos Cuenca y Marco Antonio Sánchez Iñiguez., y a la posterior revisión final el cual se ajusta a los requerimientos de una Tesis de Grado, Autoriza a los postulantes a su presentación para los fines legales pertinentes y el trámite correspondiente para su posterior defensa.

Loja, Septiembre del 2005

Atentamente:

Ing. Carlomagno Chamba T.
ASESOR DE TESIS

C E R T I F I C A C I Ó N

Ing.

Jorge Michael Valarezo R.

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

"ÁREA DE LA ENERGÍA, INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES"

"ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS"

ASESOR DE TESIS;

En Uso de sus Atribuciones Legales:

CERTIFICA:

Haber revisado y corregido la presente Tesis de Grado "**ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA LOS YESOS EXISTENTES EN EL ÁREA MINERA "JABONILLO", PARROQUIA MALACATOS, CANTÓN LOJA**", realizada por los Egresados: Martha Yadira Armijos Cuenca y Marco Antonio Sánchez Iñiguez., y a la posterior revisión final el cual se ajusta a los requerimientos de una Tesis de Grado, Autoriza a los postulantes a su presentación para los fines legales pertinentes y el trámite correspondiente para su posterior defensa.

Loja, Septiembre del 2005

Atentamente:

Ing. Jorge Michael Valarezo R.
ASESOR DE TESIS

A U T O R Í A

El presente Trabajo de Tesis., es un proyecto a detalle de como se debe explotar técnicamente los yacimientos de montaña de esas características y de origen sedimentario (Yeso), orientándolos desde un punto de vista objetivo, empleando un lenguaje técnico, claro y sencillo con la finalidad de que sirva como fuente de información y consulta a toda persona que se dedique o esté vinculada con la actividad minera a Cielo Abierto en la República del Ecuador.

Por lo tanto todos los contenidos, criterios, ideas, procedimientos, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidas a lo largo del desarrollo del presente trabajo investigativo son de absoluta exclusividad y responsabilidad de los autores.

Armijos Cuenca Martha Yadira
C.I. 110357599-7

Sánchez Iñiguez Marco Antonio
C.I. 110347095-9

A G R A D E C I M I E N T O

Queremos expresar nuestro especial reconocimiento y gratitud a los Ing. Luis Enrique Figueroa M; Ing. Carlomagno Chamba T, Ing. Jorge Michael Valarezo R. Director y Asesores de Tesis respectivamente por la oportuna y desinteresada colaboración y dirección que prestaron al desarrollo y culminación del presente trabajo de Tesis de Grado.

Además queremos hacer extensivo nuestro más sincero agradecimiento al titular minero del ÁREA MINERA "JABONILLO", Parroquia Malacatos, Cantón Loja; en la persona del Sr. Jorge Ruiz, por concedernos la autorización del ingreso al área, aportaciones y facilidades para la recopilación de la información existente y así lograr nuestro objetivo.

Así mismo recalcar el valioso aporte y agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, en el Área de Energía, Industrias y Recursos Naturales No Renovables con su Escuela de Ingeniería de Minas; sus autoridades, empleados y trabajadores del Área, como a sus catedráticos quienes desempeñaron un papel importante en nuestra Educación y Formación Profesional.

D E D I C A T O R I A

"Agradesco primeramente a Dios, luego a mis PADRES, GERARDO, ISMAEL; y a todas las personas quienes han hecho posible que llegue a la feliz culminación de mi carrera profesional.

Va mi dedicatoria del presente Trabajo de Tesis para mi querido hijo GERARDO ISMAEL".

YADIRA

Para quienes consulten el presente Trabajo de Tesis recuerden siempre que:

"LA INTELIGENCIA CONSISTE NO SÓLO EN EL CONOCIMIENTO, SINO TAMBIÉN EN LA DESTREZA DE APLICAR LOS CONOCIMIENTOS EN LA PRÁCTICA".

"El presente Trabajo de Tesis está dedicado esencialmente a mi padres VICTOR y MARÍA CRISTINA (†), así mismo a todos mis hermanos, sobrinos quienes supieron brindarme todo el apoyo moral y desinteresado para culminar de una manera gratificante mi carrera universitaria.

Así mismo de manera particular va dedicado a CARMITA CECILIA que con su cariño y aprecio ha estado y estará en mi corazón brindándome su respaldo incondicional.

Finalmente le dedico a todos mis verdaderos Amigos de forma peculiar a Fernando F, Manuel D y Victor Hugo D; Amigas y de manera especial al Ing. Efraín González que con su amistad y colaboración incondicional contribuyó de manera desinteresada a nuestra superación y prosperidad, logrando alcanzar así, nuestro éxito deseado en el presente trabajo de tesis y de nuestra carrera profesional".

MARCO ANTONIO

TITULO

“ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA LOS YESOS EXISTENTES EN EL ÁREA MINERA “JABONILLO”, PARROQUIA MALACATOS, CANTÓN LOJA”

ÍNDICE

CONTENIDO

TITULO
 CERTIFICACIÓN
 AUTORÍA
 AGRADECIMIENTO
 DEDICATORIA
 ÍNDICE

CAPITULO I

GENERALIDADES

| | | |
|----------|--|----|
| 1.1. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2. | OBJETIVOS | 3 |
| 1.3. | ANTECEDENTES | 4 |
| 1.4. | MARCO GEOGRÁFICO | 5 |
| 1.4.1 | UBICACIÓN Y ACCESO | 5 |
| 1.4.1.1. | UBICACIÓN..... | 5 |
| 1.4.1.2. | ACCESO..... | 6 |
| 1.4.2. | CLIMA Y VEGETACIÓN..... | 7 |
| 1.4.2.1. | CLIMA..... | 7 |
| 1.4.2.2. | VEGETACIÓN..... | 7 |
| 1.4.3. | RELIEVE E HIDROGRAFÍA | 8 |
| 1.4.3.1. | RELIEVE..... | 8 |
| 1.4.3.2. | HIDROGRAFÍA..... | 8 |
| 1.4.4. | INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE..... | 9 |
| 1.4.4.1. | EDUCACIÓN..... | 9 |
| 1.4.4.2. | SALUD..... | 9 |
| 1.4.5. | POBLACIÓN Y SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA..... | 10 |
| 1.4.5.1. | POBLACIÓN..... | 10 |
| 1.4.5.2. | SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA | 10 |
| 1.4.5.3. | OTRAS ÁREAS MINERAS..... | 11 |

| | |
|---|----|
| 1.4.5.4. ZONA RECREACIONALES Y/O ÁREAS ARQUEOLÓGICAS..... | 11 |
|---|----|

CAPITULO II

MARCO GEOLÓGICO

| | |
|--------------------------------|----|
| 2.1. GEOLOGÍA REGIONAL..... | 12 |
| 2.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL..... | 19 |
| 2.3. GEOLOGÍA HISTÓRICA | 23 |
| 2.4. GEOLOGÍA LOCAL..... | 24 |
| 2.5. CÁLCULO DE RESERVAS..... | 28 |

CAPITULO III

CARACTERÍSTICAS TÉCNICO-MINERAS DEL YACIMIENTO

| | |
|--|----|
| 3.1. DESCRIPCIÓN MINERO TÉCNICA DEL YACIMIENTO..... | 35 |
| 3.1.1. PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL MINERAL..... | 35 |
| 3.1.2. PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA ROCA ENCAJANTE..... | 38 |
| 3.1.3. ANÁLISIS QUÍMICOS DEL MINERAL..... | 40 |
| 3.1.4. ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X..... | 40 |

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES MINERAS ACTUALES DE EXPLOTACIÓN

| | |
|--|----|
| 4.1. LABORES DE PREPARACIÓN Y DESTAPE ACTUALES..... | 42 |
| 4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ACTUAL DE DESTAPE..... | 42 |
| 4.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ACTUAL..... | 43 |
| 4.2.1. SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ACTUAL..... | 43 |
| 4.2.2. ARRANQUE DE MINERAL..... | 44 |
| 4.2.3. CARGA Y TRANSPORTE DEL MINERAL..... | 46 |
| 4.2.4. MAQUINARIA Y MANO DE OBRA UTILIZADA EN LA EXPLOTACIÓN DEL MINERAL..... | 47 |

CAPITULO V

ELECCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN EN EL ÁREA MINERA "JABONILLO"

| | | |
|----------|--|----|
| 5.1. | ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN..... | 49 |
| 5.1.1. | ELECCIÓN DEL SISTEMA..... | 49 |
| 5.1.1.1. | ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN TÉCNICAMENTE POSIBLES..... | 51 |
| 5.1.1.2. | ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMA DE EXPLOTACIÓN TECNICAMENTE POSIBLES.. | 53 |
| 5.1.2. | DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN..... | 53 |
| 5.1.2.1. | DESCRIPCIÓN DE LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL CAMPO DE LA CANTERA..... | 54 |
| 5.1.2.2. | DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE DESTAPE ELEGIDO EN LA CANTERA..... | 55 |
| 5.1.2.3. | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ELEGIDO..... | 56 |
| 5.1.3. | ELEMENTOS DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN..... | 56 |
| 5.1.3.1. | BANCOS..... | 56 |
| 5.1.3.2. | ALTURA DEL BANCO..... | 57 |
| 5.1.3.3. | ANGULO DE TALUD..... | 57 |
| 5.1.3.4. | PRISMA DE SEGURIDAD..... | 58 |
| 5.1.3.5. | PLATAFORMA DE TRABAJO..... | 58 |
| 5.1.3.6. | ANCHO DE LA FRANJA A EXPLOTARSE..... | 59 |
| 5.1.4. | PASAPORTE DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA EL ARRANQUE EN MINERAL..... | 60 |
| 5.1.4.1. | LONGITUD DE SOBUPERFORACIÓN..... | 60 |
| 5.1.4.2. | LONGITUD TOTAL DEL BARRENO..... | 60 |
| 5.1.4.3. | LÍNEA DE MENOR RESISTENCIA..... | 61 |
| 5.1.4.4. | DISTANCIA ENTRE BARRENOS (a)..... | 61 |
| 5.1.4.5. | DISTANCIA ENTRE BARRENOS (b)..... | 61 |
| 5.1.4.6. | CONCENTRACIÓN DE LA CARGA DE FONDO.... | 61 |
| 5.1.4.7. | CONCENTRACIÓN DE LA CARGA DE COLUMNA..... | 62 |
| 5.1.4.8. | LONGITUD DE RETACADO..... | 62 |
| 5.1.4.9. | LONGITUD TOTAL DE LA CARGA DE | |

| | | |
|-----------|--|----|
| | SUSTANCIA EXPLOSIVA..... | 62 |
| 5.1.4.10. | CANTIDAD DE SUSTANCIA EXPLOSIVA POR METRO DE BARRENO..... | 63 |
| 5.1.4.11. | CANTIDAD DE SUSTANCIA EXPLOSIVA EN BARRENO LARGO..... | 63 |
| 5.1.4.12. | CANTIDAD DE SUSTANCIA EXPLOSIVA EN LA CARGA DE FONDO..... | 63 |
| 5.1.4.13 | CANTIDAD DE SUSTANCIA EXPLOSIVA EN LA CARGA DE COLUMNA..... | 63 |
| 5.1.4.14. | LONGITUD DE LA CARGA DE FONDO..... | 64 |
| 5.1.4.15. | LONGITUD DE LA CARGA DE COLUMNA..... | 64 |
| 5.1.4.16. | LONGITUD TOTAL DE CARGA..... | 64 |
| 5.1.4.17 | INTERVALOS DE MICRORETARDOS ENTRE FILAS..... | 64 |
| 5.1.4.18. | VOLÚMEN DE ROCA TROZADA POR BARRENO..... | 65 |
| 5.1.4.19. | VOLÚMEN DE ROCA POR METRO DE BARRENO..... | 65 |
| 5.1.4.20. | GASTO ESPECÍFICO REAL DE SUSTANCIA EXPLOSIVA..... | 65 |
| 5.1.5. | CALCULOS PARA LOS ACCESORIOS EMPLEADOS EN LAS VOLADURAS DE MINERAL..... | 66 |
| 5.1.5.1. | NÚMERO DE FILAS..... | 66 |
| 5.1.5.2. | NÚMERO DE COLUMNAS..... | 66 |
| 5.1.5.3. | LÍNEA MAESTRA..... | 66 |
| 5.1.5.4. | LONGITUD DE UNIONES..... | 67 |
| 5.1.5.5. | LONGITUD DE SALIDA..... | 67 |
| 5.1.5.6. | LONGITUD DE AMARRES..... | 67 |
| 5.1.5.7. | GASTO TOTAL DE LÍNEA..... | 67 |
| 5.1.5.8. | LONGITUD DEL BARRENO EN RELACIÓN A TODA LA FRANJA A VOLAR..... | 68 |
| 5.1.5.9. | GASTO TOTAL DE CORDON DETONANTE..... | 68 |
| 5.1.5.10. | NÚMERO DE FULMINANTES..... | 68 |
| 5.1.6. | MÉTODO DE VOLADURA..... | 69 |
| 5.1.6.1. | ENCENDIDO..... | 70 |
| 5.1.6.2. | MALLA DE PERFORACIÓN..... | 70 |
| 5.1.6.3. | CARGA EXPLOSIVA..... | 71 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 5.1.6.4. | RETACADO..... | 71 |
| 5.1.7. | SELECCIÓN DEL TIPO DE EXPLOSIVO..... | 71 |
| 5.1.7.1. | SUSTANCIA EXPLOSIVA..... | 71 |
| 5.1.7.2. | ACCESORIOS..... | 72 |
| 5.1.8. | ESPACIO DE AMONTAMIENTO..... | 73 |
| 5.1.9. | LONGITUD DEL BLOQUE..... | 73 |
| 5.1.10. | ANGULO DE LIQUIDACIÓN..... | 73 |
| 5.1.11. | DISEÑO DE LOS CONTORNOS DE LA CANTERA..... | 74 |
| 5.1.11.1. | COEFICIENTE DE DESTAPE..... | 74 |
| 5.1.11.2. | COEFICIENTE INDUSTRIAL (O MEDIO) DE DESTAPE..... | 75 |
| 5.1.11.3. | COEFICIENTE LÍMITE DE DESTAPE..... | 75 |
| 5.1.11.4. | PROFUNDIDAD LÍMITE DE LA CANTERA... | 76 |
| 5.1.12. | DIMENSIONES DE LA CANTERA..... | 77 |
| 5.1.12.1. | LONGITUD EN SUPERFICIE..... | 77 |
| 5.1.12.2. | ANCHO EN SUPERFICIE..... | 77 |
| 5.1.12.3. | LONGITUD EN EL FONDO..... | 77 |
| 5.1.12.4. | ANCHO EN EL FONDO..... | 77 |
| 5.1.13. | PRODUCCIÓN DE LA CANTERA..... | 77 |
| 5.1.13.1. | TIEMPO DE VIDA DE LA CANTERA..... | 78 |
| 5.1.13.2. | PRODUCCIÓN MENSUAL..... | 79 |
| 5.1.13.3. | PRODUCCIÓN DIARIA..... | 79 |
| 5.1.13.4. | PRODUCCIÓN DE MINERAL POR HORA..... | 79 |
| 5.1.13.5. | PRODUCCIÓN DE ESTÉRIL POR HORA..... | 80 |
| 5.1.13.6. | PRODUCCIÓN DE ESTÉRIL POR DÍA..... | 80 |
| 5.1.13.7. | PRODUCCIÓN DE MASA ROCOSA POR DÍA..... | 80 |
| 5.1.13.8. | PRODUCCIÓN DE MASA ROCOSA POR AÑO... | 80 |
| 5.2. | ELABORACIÓN DE PLAN CALENDARIO..... | 81 |
| 5.2.1. | ANÁLISIS MINERO GEOMÉTRICO POR EL MÉTODO DE LOS TRAPECIOS..... | 81 |
| 5.2.2. | PLAN CALENDARIO..... | 82 |
| 5.2.3. | GRÁFICO DE RÉGIMEN DE LOS TRABAJOS MINEROS..... | 83 |
| 5.2.4. | TABLAS DE ÍNDICES POR ETAPAS DEL ANÁLISIS MINERO GEOMÉTRICO..... | 83 |

CAPITULO VI

ELECCIÓN DE EQUIPO-MAQUINARIA Y ORGANIZACIÓN

TÉCNICA DE LAS LABORES MINERAS

| | | |
|----------|--|-----|
| 6.1. | ELECCIÓN DEL EQUIPO Y MAQUINARIA..... | 90 |
| 6.2. | CÁLCULOS DEL NÚMERO DE MAQUINARIA A EMPLEAR PARA CARGA Y TRANSPORTE DE ESTÉRIL Y MINERAL..... | 90 |
| 6.2.1. | CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE CARGA..... | 90 |
| 6.2.2. | CÁLCULO DE LOS PARÁMETRO DE TRANSPORTE..... | 92 |
| 6.3. | ELECCIÓN DE MAQUINARIA PARA EL ARRANQUE DE MINERAL.. | 95 |
| 6.3.1. | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS..... | 96 |
| 6.3.2. | OPTIMIZACIÓN DE LA PERFORADORA ROC -301- ATLAS COPCO..... | 97 |
| 6.4. | ELECCIÓN DE MAQUINARIA PARA CARGA Y TRANSPORTE DE ESTÉRIL Y MINERAL..... | 98 |
| 6.4.1. | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA PARA ARRANQUE DE ESTÉRIL-CARGA Y TRANSPORTE DE LAS LABORES MINERAS EN GENERAL..... | 100 |
| 6.5. | ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS MINEROS..... | 104 |
| 6.5.1. | PARA LOS TRABAJOS DE DESTAPE Y PREPARACIÓN..... | 104 |
| 6.5.1.1. | EN LOS TRABAJOS DE DESTAPE..... | 104 |
| 6.5.1.2. | EN LOS TRABAJOS DE PREPARACIÓN DEL YACIMIENTO..... | 105 |
| 6.5.2. | PARA LOS TRABAJOS DE ARRANQUE DE MINERAL..... | 106 |
| 6.5.2.1. | TRABAJOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA... | 106 |
| 6.5.3. | TRABAJOS DE CARGA Y TRANSPORTE..... | 107 |

CAPITULO VII

VALORACIÓN TÉCNICA DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL

ÁREA MINERA "JABONILLO"

| | | |
|----------|--------------------------------|-----|
| 7.1. | CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO..... | 110 |
| 7.1.1. | MEDIO FÍSICO..... | 110 |
| 7.1.1.1. | CLIMA..... | 110 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 7.1.1.2. | SUELO..... | 111 |
| 7.1.1.3. | HIDROGRAFÍA..... | 112 |
| 7.1.1.4. | PAISAJE..... | 112 |
| 7.1.2. | MEDIO BIÓTICO..... | 113 |
| 7.1.2.1. | DESCRIPCIÓN DE LA FLORA..... | 114 |
| 7.1.2.2. | DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA..... | 115 |
| 7.1.3. | MEDIO SOCIO AMBIENTAL..... | 117 |
| 7.1.3.1. | ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL ÁREA..... | 117 |
| 7.1.3.2. | ASENTAMIENTO HUMANO..... | 117 |
| 7.1.3.3. | SERVICIOS BÁSICO..... | 118 |
| 7.1.3.4. | INFRAESTRUCTURA EXISTENTE..... | 119 |
| 7.1.3.5. | USO ACTUAL DEL SUELO..... | 120 |
| 7.1.3.6. | PROBLEMAS SOCIALES..... | 120 |
| 7.1.3.7. | ÁREAS HISTÓRICAS, DE RECREACIÓN Y PROTEGIDAS..... | 121 |
| 7.2. | IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES..... | 121 |
| 7.2.1. | IMPACTOS AL MEDIO FÍSICO..... | 122 |
| 7.2.2. | IMPACTOS AL MEDIO BIÓTICO..... | 122 |
| 7.2.3. | IMPACTOS AL MEDIO SOCIO AMBIENTAL..... | 122 |
| 7.2.4. | IMPACTOS POSITIVOS..... | 122 |
| 7.2.5. | IMPACTOS RESIDUALES DE LA ACTIVIDAD MINERA Y DE LA POBLACIÓN..... | 123 |
| 7.3. | CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... | 123 |
| 7.3.1. | CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO..... | 123 |
| 7.3.2. | CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO..... | 124 |
| 7.3.3. | CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIO AMBIENTAL..... | 125 |
| 7.3.3.1. | IMPACTOS SOCIALES..... | 125 |
| 7.3.3.2. | IMPACTO ECONÓMICO..... | 126 |
| 7.3.3.3. | IMPACTOS POSITIVOS..... | 126 |
| 7.4. | MATRIZ DE INTERACCIÓN CAUSA-EFECTO..... | 127 |
| 7.4.1. | CRITERIOS DE VALORACIÓN..... | 127 |
| 7.4.2. | PONDERACIÓN..... | 129 |
| 7.5. | GERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... | 131 |
| 7.6. | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL..... | 132 |
| 7.6.1. | MEDIDAS DE MITIGACIÓN..... | 133 |
| 7.6.1.1. | MEDIDAS DE MITIGACIÓN SOBRE EL MEDIO | |

| | | |
|----------|---|-----|
| | FÍSICO..... | 133 |
| 7.6.1.2. | MEDIDAS DE MITIGACIÓN SOBRE EL MEDIO BIÓTICO..... | 134 |
| 7.6.1.3. | MEDIDAS DE MITIGACIÓN SOBRE EL MEDIO SOCIO-AMBIENTAL..... | 134 |
| 7.7. | MEDIDAS DE SIERRE Y ABANDONO..... | 135 |
| 7.8. | MEDIDAS COMPENSATORIAS..... | 136 |
| 7.9. | MEDIDAS DE CONTINGENCIA..... | 136 |
| 7.10. | MEDIDAS DE MONITOREO Y CONTROL..... | 136 |
| 7.11. | PARÁMETROS DE SEGURIDAD E HIGIENE..... | 137 |
| 7.12. | PRESUPUESTO ESTIMADO AL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.. | 138 |
| 7.13. | CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL PARA EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EN EL ÁREA MINERA JABONILLO..... | 140 |

CAPITULO VII

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL ÁREA MINERA “JABONILLO”

| | | |
|--------|---|-----|
| 8.1. | RESERVAS PROBADAS TOTALES..... | 141 |
| 8.2. | PRODUCCIÓN PLANIFICADA..... | 141 |
| 8.3. | TIEMPO DE VIDA ÚTIL..... | 142 |
| 8.4. | INGRESOS..... | 142 |
| 8.5. | EGRESOS..... | 143 |
| 8.5.1. | MAQUINARIA Y EQUIPOS..... | 143 |
| 8.5.2. | MATERIALES Y HERRAMIENTAS..... | 144 |
| 8.5.3. | INVERSIÓN TOTAL..... | 144 |
| 8.5.4. | COSTO DE POSESIÓN..... | 145 |
| 8.5.5. | INTERES..... | 145 |
| 8.5.6. | COSTO DE OPERACIÓN..... | 146 |
| | 8.5.6.1. RESERVA PARA REPARACIÓN..... | 146 |
| | 8.5.6.2. NÚMERO DE REPARACIONES AL AÑO..... | 147 |
| | 8.5.6.3. RESERVA TOTAL PARA REPARACIONES POR AÑO..... | 148 |
| | 8.5.6.4. COSTO DE ENERGÍA O COMBUSTIBLE, ACEITES Y LUBRICANTES..... | 148 |
| 8.5.7. | AMORTIZACIÓN DE LA MAQUINARIA..... | 149 |

| | | |
|---------|------------------------------------|-----|
| 8.5.8. | SUELDOS Y SALARIOS..... | 150 |
| 8.5.9. | ALIMENTACIÓN..... | 150 |
| 8.5.10. | SUMA TOTAL DE EGRESOS ANUALES..... | 151 |
| 8.6. | UTILIDAD..... | 151 |
| 8.6.1. | UTILIDAD BRUTA..... | 151 |
| 8.6.2. | UTILIDAD NETA..... | 151 |
| 8.7. | RENTABILIDAD..... | 152 |
| 8.8. | FLUJO DE CAJA LÍQUIDO..... | 153 |
| 8.9. | VALOR ACTUAL LÍQUIDO..... | 154 |
| 8.10. | TAZA INTERNA DE RETORNO..... | 154 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|----------------------|-----|
| CONCLUSIONES..... | 156 |
| RECOMENDACIONES..... | 158 |

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

FOTOS DEL ÁREA MINERA "JABONILLO"

MAPAS DEL ÁREA MINERA "JABONILLO"

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCION.-

El Ecuador es un país con una diversidad de sistemas geológicos y por ende de enormes riquezas minerales. Los datos geológicos del país nos brindan elementos importantes para la comprensión y solución de problemas fundamentales que enfrentan la exploración y explotación minera; tales como la génesis de los yacimientos minerales conocidos, la ubicación y carácter de otros que se suponen existen, el conocimiento del potencial minero para poder definir los métodos aplicables a la prospección, exploración y explotación de los minerales ya descubiertos o que vayan descubriéndose.

Bajo este contexto es muy importante una breve reseña del actual conocimiento de la geología del país, para poder enfrentar la búsqueda de los depósitos minerales, que como se han establecido, están íntimamente relacionados con la evolución geológica por su asociación en espacio y tiempo con las unidades geotectónicas en las que se desarrolla. La geología del Ecuador está dominada por las cadenas montañosas de los Andes que limitan sus principales regiones geomorfológicas, las cuales de Este a Oeste comprenden: la Región Amazónica, la Cordillera Real, la Región Interandina, la Cordillera Occidental y la Costa.

La riqueza de nuestro suelo y subsuelo ecuatoriano, es suficientemente grande y diversificado, tanto en minerales metálicos, no metálicos así como rocas ornamentales, presentando interesantes perspectivas para la explotación minera intensiva, permitiendo la implementación de significativos proyectos mineros. En lo que respecta a los minerales no metálicos tenemos los más importantes: la caliza, mármol, arcilla, yeso, la piedra pómez, la baritina, y la bentonita; la explotación de caliza y puzolana para la industria del cemento constituye un rubro más importante dentro de la producción minera no metálica.

En la zona austral del país existe un importante desarrollo de la industria cerámica, y artística, algunos de cuyos productos abastecen al mercado subregional. En la

zona subandina y región oriental también se cuenta con grandes yacimientos de arena silíceas; así, encontramos importantes minas que se hallan actualmente en explotación para abastecer pequeñas fábricas de envases de vidrio, cerámica y como correctores del PH de la caliza destinada a la producción de cemento. La explotación de yeso está concentrada en la zona sur del país, en la Provincia de Loja (Malacatos), de donde se abastece parcialmente los requerimientos de la industria del cemento y parte de la construcción.

Actualmente en la cuenca de Malacatos, en los sitios comprendidos La Merced, La Quebrada Santo Domingo (Área Minera Jabonillo) y San José se desarrolla la explotación de los depósitos de yesos, la misma que se efectúa de una forma artesanal y antitécnica; lo que no permite la extracción del mineral de una manera técnico-minera. Esto se debe a una escasa inversión nacional y/o extranjera, apoyo gubernamental y falta de capacitación técnica-ambiental al personal minero que labora en las áreas de explotación.

El presente proyecto de Investigación denominado **"Elección del Sistema de Explotación para los Yesos existentes en el área minera "Jabonillo" parroquia Malacatos, cantón Loja"**; está orientado a solventar las dificultades que se dan en las labores mineras artesanales de explotación del área de estudio, y transformarlas de forma técnica en el presente y futuro de la misma; consiguiendo la mínima inversión, mayor trabajo y un mínimo de impacto al entorno natural y así contribuir con el desarrollo socio-económico del país.

Mediante este trabajo se entregará una visión de los aspectos a considerar al momento de planificar el diseño del sistema de explotación a cielo abierto. Se elegirá la variante óptima de explotación con la finalidad de obtener un sistema ideal, según las necesidades que presenten los trabajos a desarrollar en el área minera "Jabonillo" perfeccionando los métodos actuales de extracción tendientes a llevar una explotación sostenible y económicamente rentable, considerando las afectaciones que existieron y existen en la actualidad; además de las posibles soluciones técnicas que permitirá mitigar las afectaciones ya producidas, así como evitar la depredación del medio ambiente a futuro.

1.2. OBJETIVOS.-

OBJETIVO GENERAL:

- Desarrollar la Elección del Sistema de Explotación técnico-minero, tomando en consideración parámetros geo-estructurales, ambientales y económicos que permitan plantear la mejor propuesta en el área "Jabonillo".

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Delimitar el yacimiento en base al levantamiento topográfico y geológico del área en estudio.
- Obtener una valoración cualitativa y cuantitativa de las reservas del yacimiento, para determinar su factibilidad en la fase de explotación.
- Plantear la variante de explotación acorde a las condiciones del yacimiento presentada en los estudios previos a la fase de explotación, con el fin de optimizar y obtener una producción de mineral requerido.
- Desarrollar una base de datos de información referida a las posibles afectaciones ambientales del sector y su respectivo Plan de Manejo.

1.3. ANTECEDENTES.-

En general, en nuestro país no existen depósitos de yesos en producción de primer orden; especialmente la industria del cemento principal consumidora de esta materia prima ha dependido permanentemente de las importaciones. Con lo que repetidamente el yeso ha sido objeto de investigaciones, tanto por parte del Gobierno como de las propias fábricas de cemento. Entre los trabajos más completos se deben mencionar los siguientes:

-Los estudios técnicos referentes a los depósitos de yesos datan sus inicios en el año de 1955; posteriormente se tiene el estudio sobre Yacimientos Yesíferos de la República del Ecuador, esta investigación fue realizada con el objetivo de determinar reservas de yeso primario y secundario la misma que fue efectuada por Michael Suana en el año de 1979.

-Otra fuente de información son los resultados obtenidos en los estudios ejecutados por la Asociación española INTECSA IBERGESA-CIC, en el área MILO (Minas de Loja), en donde se tiene la información sobre la Cuenca de Malacatos (Informe fase I, zona I) cuyas investigaciones de yeso se efectuaron a nivel de prospección y exploración, realizadas en febrero de 1985, conjuntamente con el Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos y la Dirección General de Geología y Minas.

Después de estos estudios, la situación ha variado bastante fundamentalmente debido a:

- El descubrimiento de Yeso Vulcano-genético en la Región de Paltas (Provincia de Loja).
- La declinación de la producción en la Cuenca de Malacatos (Provincia de Loja), a causa de problemas estructurales.
- Los alentadores resultados de una prospección del yeso/anhidrita de la Región de Mangosiza (Provincia de Morona Santiago).

- Nuevas perspectivas para el uso de yeso secundario; y sobre todo,
- Un permanente incremento en la producción de cemento

Todos estos parámetros motivaron la realización de un nuevo estudio sobre yeso en el Ecuador y debido a la importancia de los minerales no metálicos existentes en él mismo; por lo que se suscribió un convenio de Cooperación Técnica entre la República del Ecuador (Instituto Ecuatoriano de Minería) y la República Federal de Alemania (Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, BGR) con la finalidad de actualizar las investigaciones y realizar el inventario de materias primas minerales no metálicas, lo que llevó consigo las últimas investigaciones técnicas sobre el yeso incluyendo la cuenca de Malacatos; donde se tomaron numerosas muestras de esta zona, analizadas en los laboratorios de la fábrica de Cemento Selva Alegre, en Octubre de 1990.

1.4. MARCO GEOGRÁFICO.-

1.4.1. UBICACIÓN Y ACCESO.

1.4.1.1. UBICACIÓN.-

La presente investigación se realizó en la Parroquia Malacatos, perteneciente al Cantón Loja, Provincia de Loja; ubicada a 50 Km. Al sur de la ciudad de Loja, dentro del área denominada MILO (Minas de Loja). La concesión se encuentra registrada en la DINAMI (Dirección Nacional de Minería) como Área Minera "Jabonillo", la misma que cuenta con 24 hectáreas mineras contiguas y sus coordenadas U.TM. son las siguientes:

VER ANEXO - MAPAS: UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESO A LA PARROQUIA MALACATOS. LÁMINA 1.

| PUNTOS | X | Y | DISTANCIA |
|--------|------------|--------------|-----------|
| PP | 690 000,00 | 9 537 800,00 | 400,00 |
| 1 | 690 000,00 | 9 537 400,00 | 600,00 |
| 2 | 689 400,00 | 9 537 400,00 | 400,00 |
| 3 | 689 400,00 | 9 537 800 | 600,00 |

VER ANEXO - MAPAS: TOPOGRAFÍA DEL ÁREA MINERA "JABONILLO".
LÁMINA 2.

1.4.1.2. ACCESO.-

El acceso se lo puede efectuar por vía aérea desde Quito o Guayaquil hasta el aeropuerto Camilo Ponce Enriquez en el cantón Catamayo perteneciente a la provincia de Loja; y de ahí hasta la ciudad de Loja por una vía terrestre de primer orden.

También se lo puede hacer por vía terrestre tomando la ruta Quito-Latacunga-Ambato-Riobamba-Cañar-Cuenca-Loja por la vía Panamericana. Igualmente desde Guayaquil pasando por Machala hasta llegar a Loja.

La Cuenca de Malacatos está ubicada en la Sierra Austral de la Provincia de Loja, a unos 50 km. al suroeste de Loja. El acceso se lo realiza desde el sur por la vía Loja-Malacatos (asfaltada 30km); consecutivamente se toma el tramo afirmado de Malacatos- La Merced, con un recorrido de 10 Km. con dirección NW-NE hasta llegar a la quebrada de Santo Domingo que atraviesa ésta vía. Finalmente se toma un camino de acceso con dirección SE durante un recorrido de 1.5Km siguiendo el cause contrario a la quebrada hasta llegar al área minera "Jabonillo".

1.4.2. CLIMA Y VEGETACIÓN.-

1.4.2.1 CLIMA.

La caracterización climática de la zona de estudio, se define a través de los datos climáticos y meteorológicos a nivel de toda la zona y que han sido tomados de la estación "MALACATOS" que es la más cercana al sector.

El clima de la zona es subtropical, templado en los valles, con una temperatura media generada mediante la ecuación térmica presenta un valor medio anual de 20,0 ° C., a nivel mensual no existe variación significativa. La precipitación media normal generada para el período (enero – diciembre) es de 587.2 mm.; los meses más lluviosos son febrero, marzo y abril mientras que el mes más seco agosto.(1).

1.4.2.2 VEGETACIÓN.

Las formaciones ecológicas predominantes son el Bosque seco Premontano y Bosque seco Montano Bajo; a predominancia de vegetación arbustiva, siendo abundantes los faiques, tunillas, sorocos, porotillos, chamanas y sururumbos. Los representantes arbóreos se limitan al ceibo y al wilco, este último exclusivo de la zona y que da nombre a Vilcabamba.

Los cultivos se limitan a las vegas irrigadas de los ríos y consisten principalmente de caña de azúcar, bananas, café, tabaco y frutales; las zonas montañosas permanecen improductivas, existiendo en zonas intermedias algunas explotaciones de ganado bovino.

La actividad industrial es mínima destacando únicamente las industrias transformadoras de la caña de azúcar. Mientras que la fauna avícola está representada por langaches, pericos macareños, garrapateras, tordos, palomas, y gavilanes. (2).

(1),(2):Referencia: Tomado del Proyecto de Investigación de Yesos a Nivel de Prospección y Exploración. "Asociación Intecsa Ibergesa C.I.C. Área Milo, Cuenca de Malacatos. Febrero 1985.

1.4.3. RELIEVE E HIDROGRAFÍA.-

1.4.3.1 RELIEVE.

El área de estudio se encuentra en la parte interandina austral del Ecuador donde la orografía es irregular. El relieve varía entre fuerte a muy fuerte, es decir que hay desniveles específicos entre 300 y 800 m, todo esto dentro de una altura media de unos 1800 m con valores extremos en los 2910m (Cerro Toronche) y 1340m (río Solanda).

Los valles de Malacatos y Vilcabamba representan la únicas zonas llanas con alturas entre 1400 y 1500 m., destacándose la cuenca de Malacatos. La zona se caracteriza por la ausencia de actividad volcánica reciente y una fuerte disección en las rocas del estrato volcánico al Oeste, metamórficas al sur y al Este.(3).

1.4.3.2 HIDROGRAFÍA.

En la zona se halla la vertiente hidrográfica del Océano Pacífico, localizado en las cuencas de los ríos Malacatos y Vilcabamba que confluyen con el Solanda para formar el río Chinguilamaca que más al norte toma el nombre de Catamayo.

La Quebrada de Santo Domingo, situada a 8 km, al Noroeste de Malacatos con dirección NE-SE y desemboca en el río Solanda, teniendo quebradas abastecedoras provenientes del noreste, como la Cobalera, Capulí y El Sauce. Además cabe mencionar la quebrada de San Agustín que corre con dirección NE-SW, desembocando en el río Solanda, formada por las quebradas Pucanza, La Ratonera, Las Achiras que son de importancia por sus capas de Yeso. El drenaje más importante lo constituye el río Catamayo que ha servido para formar las cuencas de Loja, Malacatos, Catamayo y Vilcabamba.(4).

(3),(4):Referencia: Tomado del Proyecto de Investigación de Yesos a Nivel de Prospección y Exploración. "Asociación Intecsa Ibergesa C.I.C. Área Milo. Cuenca de Malacatos. Febrero 1985.

1.4.4. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE.-

1.4.4.1 EDUCACIÓN.

Los centros de Educación más cercanos al área de estudio se ubican en el sector La Merced que cuenta con dos centros educativos, el uno corresponde a una escuela y el otro a un colegio, obras realizadas gracias al esfuerzo de los moradores del sector y apoyo del Consejo Provincial de Loja. Las principales son:

- Escuela Fiscal "Juan Francisco Rodríguez".
- Colegio Nacional "Emiliano Abendaño".
- A demás existe cerca del área minera "Jabonillo" la Escuela "Francisco Eguiguren" que en la actualidad solo cuenta con un docente y educa a 10 alumnos del sector.(5).

1.4.4.2 SALUD.

En esta área no existe suficiente atención por lo que dicho servicio se lo efectúa en el sector antes mencionado "La Merced" y Malacatos que funciona en la casa comunal del sector, el mismo que cuenta con un médico que los visita 2 días por semana.

Su atención de salud la realizan en Malacatos o Vilcabamba donde existe el Hospital "Koquichi Otani". En conclusión podemos decir que toda la gente de este sector busca mejor atención médica por lo que cada fin de semana o cuando lo amerita el caso, las personas salen hacia Malacatos o Vilcabamba para su atención médica.

En la zona de estudio, se ha determinado los siguientes servicios: Energía Eléctrica, agua entubada y letrinas. Todos estos servicios que antes no poseían los pobladores, fueron gracias a las gestiones del Sr. Jorge Ruiz con lo que se puede dar acceso a estos servicios básicos, que desde hace años no la obtenían los pobladores del sector de la Quebrada Santo Domingo y del área minera en estudio.(6).

(5),(6). Referencia: Esta información fue proporcionada durante los trabajos de campo, por los moradores del sector y del titular minero Sr. Jorge Ruiz.

1.4.5. POBLACIÓN Y SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA.-

1.4.5.1 POBLACIÓN.

La población de la región se concentra en su mayor parte en los valles de Malacatos y Vilcabamba, debido a su fertilidad y facilidad de aprovisionamiento de agua. Destacándose entre las actividades principales de la población la agricultura y en menor proporción la ganadería.

La población total del sector de estudio según datos del último CENSO son los siguientes: un total de 317 hombres y 275 mujeres, igualmente existen 452 personas entre hombre y mujeres que saben leer y escribir. (7).

1.4.5.2 SITUACIÓN SOCIO ECONÓMICA.

Una parte de la población que son conocedores de la existencia de recursos minerales no metálicos se han dedicado a la explotación de minas y canteras de yeso y carbón, pero de una manera artesanal, lo que significa que las ganancias que obtienen no son el reflejo de los trabajos realizados.

Otra parte de la población en su mayoría se dedica a la agricultura, ganadería, caza y actividades de servicio. En menor proporción tenemos quienes se dedican a la construcción, elaboración de productos alimenticios y de bebidas como del comercio en su mínima parte exceptuando el comercio de vehículos.

En la actualidad gracias al apoyo del H. Consejo Provincial de Loja hacia estos sectores, se encuentra efectuando el alcantarillado del tramo desde Malacatos hacia La Merced, por lo que se da trabajo a la población en lo referente a mano de obra. Ya que tanto en la agricultura, como la minería ha disminuido las fuentes de trabajo; y como consecuencia la gente de estas zonas ha emigrado hacia otros países o a otros lugares del Ecuador en busca de fuentes de trabajo.

1.4.5.3. OTRAS ÁREAS MINERAS.

Existen otras áreas mineras que se encargan igualmente de la explotación de yeso, entre las cuales tenemos las siguientes: En San José tenemos "Loma de Pucará", "Reina del Cisne", "San José"; en el sector la Merced tenemos el área minera "Yunga" de propiedad del Sr. José Yunga, y "Los Espejos". Todas estas áreas a igual que la "Jabonillo" tienen actualmente producciones moderadas debido a la baja demanda del mineral en el mercado nacional. (8).

1.4.5.4 ZONAS RECREACIONALES Y/O ÁREA ARQUEOLÓGICAS.

En el área minera "Jabonillo" o cerca del mismo, no se encuentran áreas ni zonas de recreación o de indicios arqueológicos presentes. Pero podemos mencionar que existen zonas turísticas de importancia nacional e internacional cercanas al área, estas son Malacatos y Vilcabamba que por su cultura, costumbres y orígenes a dado lugar a ser visitado por turistas nacionales y extranjeros, este último es conocido como el "Valle de la Longevidad"; estos son los únicos lugares de turismo que podemos encontrar cercanos al área de estudio, que poseen su relevada importancia y atracción turística.

(7) Referencia: Tomado de los datos obtenidos por INEC- Loja. El Censo Agropecuario realizado en la provincia de Loja.

(8) Referencia: Estos datos fueron proporcionados por la Regional de Minería de Loja .

CAPITULO II

2.1. GEOLOGIA REGIONAL.-

El sistema montañoso interandino austral se presenta muy seccionado, existe una caída leve en la topografía de la región de Este a Oeste, excepto por la cordillera de Cética que forma una cadena montañosa prominente hacia el Oeste de la cadena andina principal, cerca de la altitud de Loja.

La zona en estudio se encuentra comprendida entre las cotas 1849 m.s.n.m. al norte de la quebrada Cobalera y 1460 m.s.n.m. de la quebrada seca de Ceibopamba. Las mayores alturas se localizan en la parte oriental mientras que, hacia la zona occidental disminuye la altitud.

La red fluvial principal ocupa la zona este de la provincia de Loja, en la zona la red fluvial forma cursos de agua variables las mismas que se originan en la SERIE ZAMORA; arrastrando sus aguas hacia el río Chinguilamaca bajo una dirección NE-SW en la parte meridional, la quebrada de Ceibopamba con una dirección general N-S drena una serie de quebradas hacia el río Malacatos.

La cuenca de Malacatos es una cuenca intramontañosa que ha sido rellenada con depósitos terciarios y cuaternarios. La depositación comienza con los vulcanosedimentos y vulcanitas de la formación Loma Blanca (Oligoceno), luego arcillas y tobas de la formación Trigal (Mioceno inferior), sobreyacen a ésta las arcillas, areniscas y conglomerados, así como las tobas de la formación San Cayetano (Mioceno), finalmente estos sedimentos se encuentran cubiertos discordantemente con conglomerados y areniscas de la formación Quillollaco (Plioceno) y sus sedimentos cuaternarios.

La formación del yeso primario ocurre en la parte superior de la formación San Cayetano. Se pueden distinguir aquí hasta 4 capas de yeso, cada una con un espesor promedio de 2 a 3m.

A causa de movimientos tectónicos, el mineral ha emigrado parcialmente hacia trampas, por lo que localmente se pueden encontrar espesores más grandes. También se pueden observar duplicaciones del espesor de algunas capas debido a las fallas de sobre-corrimiento. Aparte del yeso primario, se ha formado también yeso secundario en las capas lutíticas arcillosas adyacentes, el mismo que no sobrepasa el 5%.

Estructuralmente la cuenca es un semi-graben que se formó en un basamento paleozoico del Grupo Zamora. Las capas de la secuencia sedimentaria tienen un buzamiento medio a fuerte (25-60 grados) hacia el NE y están en contacto fallado en el E con el basamento. En el borde occidental el fallamiento es menos intenso y en grandes partes del contacto hay una trasgresión común sobre zócalo metamórfico.

La situación geomorfológica estructural regional, esta muy bien demarcada por las siguientes unidades estructurales y formaciones correspondientes a esta región en estudio:

☞ **SERIE ZAMORA.**

Se presenta a lo largo del borde E, sin interrupciones se extiende hacia el W casi hasta Quilanga y Taquil donde se encuentra fallada con las rocas volcánicas del cretácico superior; su afloramiento en la región esta limitado a una pequeña cuña en la parte nororiental y a un grupo de bloques tectónicos en la parte suroccidental.

Se conforma petrográficamente por un grado de metamorfismo muy variable a lo largo del afloramiento, desde filitas hasta granitos metasomáticos. Las rocas de bajo grado consisten en filitas, pizarras, esquistos sericíticos cuarcíticos y cuarcitas; los esquistos grafiticos son notorios en el margen oeste a lo largo del afloramiento entre Loja y Catamayo y al W de Malacatos; hacia el E cuando el grado de metamorfismo aumenta ocurre el cambio de esquistos muscovíticos-biotíticos y gneisses graníticos de grano grueso y medio.

Las rocas de la Serie Zamora se encuentran plegadas y muy falladas, la potencia de esta serie es superior a los 1000m.

La unidad de la Serie Zamora (P) aflora en los ángulos suroeste y noreste de la zona y conforma las cordilleras Solanda y Andes Orientales respectivamente.

Por sus características litológicas constituye un macizo de relieve pronunciado, con quebradas encajadas de erosión y que se fractura ante los esfuerzos tectónicos recientes. Las pendientes de ladera suelen ser superiores al 50%.

☞ **FORMACIÓN QUILLOLLACO.**

La unidad Quillollaco (Tp) se caracteriza por su morfología y por presentar un relieve más suave que las unidades que la circundan.

La red fluvial, al discurrir por esta unidad, sigue presentando un carácter netamente erosivo y al penetrar en esta formación proveniente de la Serie Zamora suele inflexionarse suavemente a favor de las direcciones de estratificación, dando un curso un poco más sinuoso. Las pendientes de ladera en esta unidad oscilan entorno al 50%.

Se localiza al sur de la cuenca de Malacatos, consiste principalmente de conglomerados con gravas, areniscas micáceas y limosas. Descansa discordantemente sobre la formación Loma Blanca. Los conglomerados son masivos y la estructura casi horizontal, es evidente solamente donde ocurren los sedimentos finos intercalados.

Este conglomerado aflora principalmente en el lado oriental de la cuenca inmediatamente al W de la ciudad de Loja y se extiende al sur hasta el nudo de Cajanuma, esta compuesta de cantos bien redondeados hasta de 30 cm. de filita, esquisto sericítico, riolita y venas de cuarzo, en una matriz de arena.

Esta unidad descansa discordantemente sobre la formación San Cayetano. En el sur yace directamente sobre la formación Loma Blanca indicando una considerable discordancia, forma una topografía irregular presentando impresionantes pilares de erosión de color amarillo naranja.

☞ **FORMACIÓN SAN CAYETANO.**

La unidad San Cayetano en sus tramos medio y superior se caracteriza por un relieve en cuevas que frecuentemente está suavizado por derrubios y colusiones quedan lugar a pendientes de ladera en torno al 25%.

Como consecuencia de los buzamientos que presenta y de estar protegida por los macizos de la serie Zamora, alcanza altitudes máximas en torno a los 1800m.s.n.m.

Resulta ser un conjunto más resistente de la erosión que los anteriormente mencionados y favorece el desarrollo de los coluviales potentes que dificultan el afloramiento de su tramo basal.

Por otra parte, la red hidrográfica comienza a desarrollar depósitos aluviales en las partes más bajas de los escasos cursos superficiales que discurren por esta unidad.

Esta formación continua concordantemente sobre la formación Trigal y aflora en 2 cinturones uno inmediatamente al E de la formación Trigal entre Algarrobillo y Malacatos y el otro a través de San Pedro de Vilcabamba donde una prominente falla N-S en la mitad de la cuenca se repite la parte de sucesión.

La formación es principalmente plástica pero contiene algunas tobas y los principales estratos de carbón de la cuenca de Malacatos, lo mismo que ocurre en la parte baja de la formación, asociados estrechamente con areniscas y lutitas negras, son muy numerosas y su espesor varía de 0.1 a 2m., las areniscas y lutitas contienen vetas de yeso hasta de 10cm., de espesor y muchas fracturas están cubiertas de azufre.

Una secuencia de estratos finos de limonitas y lutitas forman una escarpa notable al sur de Algarrobillito debido al color blanco de las limonitas, las areniscas son también estratificadas grises amarillos, y conglomeráticas hacia el tope de la formación.

Descansa concordantemente sobre la formación Trigal Miocénica y esta sobrepuesta en discordancia por la formación Quillollaco. El espesor máximo es de 700m.

☞ **FORMACIÓN LOMA BLANCA.**

La unidad Loma Blanca supone una barrera fuerte al proceso erosivo.

Se localiza en el borde occidental, con alturas destacadas frente a las que ofrecen los materiales sedimentarios acumulados en la depresión y claramente inferiores a las que ofrece la unidad del Grupo Zamora. Conforman una morfología de cerros altos, con cotas entre los 1800 y 2000 m.s.n.m. y con pendientes de ladera inferiores al 50 %.

La red fluvial no se desarrolla con efectividad y la vegetación se desarrolla pobremente.

Supone una barrera fuerte al proceso erosivo y alcanza alturas que se destacan en la región. La red fluvial no se desarrolla con efectividad y se caracteriza por una morfología abrupta donde la vegetación se desarrolla pobremente.

Las rocas volcánicas de esta formación son las más antiguas en la cuenca de Malacatos. Hacia el norte ocupan el ancho total de la cuenca, al sur esta compuesta de sedimentos estos se encuentran constituidos por aglomerados basálticos cubiertos por unas tobas aglomeráticas, tobas y flujos de lava, también encontramos aglomerados andesíticos.

La potencia de esta formación alcanza los 1500 m, y en su parte norte yace discordantemente sobre la formación Gonzanamá y sobre los metamórficos paleozoicos de la serie Zamora en el sur.

☞ **FORMACIÓN SACAPALCA (PALEOCENO).**

Esta formación esta constituida por lavas andesíticas que afloran en una hondonada que se extiende desde el norte hacia el sur. Presenta además tobas andesíticas, aglomerados y andesitas piroxénicas.

Esta formación descansa sobre el batolito de Tangula e intruída por la granodiorita de El Tingo, tiene una edad radiométricamente de entre 49 y 50 millones de años y esta sobre puesta concordantemente por la formación Gonzanamá de edad supuesta paleogénica. Por esta razón se piensa que la formación Sacapalca tiene una edad pre-eocénica.

Esta formación como se mencionó esta constituida con lavas andesíticas con capas piroclásticas intercaladas, por la que rellena una fosa tectónica de N-S cerca de 25 Km., de ancho, la misma que se extiende por el borde occidental. Las lavas son andesitas porfiríticas de color café, castaño o gris, en contraste con las andesitas de la formación Piñon. Son ricas en fenocristales de andesina-labradorita con zonado oscilatorio.

Los minerales máficos incluyen augita, einstantita, y rara vez hornblenda. Se encuentran también algunas lavas basálticas. Los piroclásticos son tobas andesíticas y aglomerados. Son de color castaño amarillo y gris y están compuestos de fragmentos líticos, vítreos y de cristales, en una matriz vítrea, parcialmente desvitrificada.

Al Sur se presentan plegamientos en ejes NNW pero generalmente las capas buzan al Este. El espesor de esta formación es desconocido porque esta limitado por fallas, pero se deduce que tiene varios miles de metros.

☞ **FORMACIÓN GONZANAMÁ (PALEOCENO).**

La formación Gonzanamá lo constituye una secuencia de sedimentos y volcánicos. Los sedimentos están conformados predominantemente de lutitas y limos con algunas areniscas y areniscas silíceas en las lutitas localmente aparecen capas de chert y concreciones calcáreas aparecen en las lutitas, y capas delgadas de calizas se encuentran a

lo largo del camino de Nambacola. Un conglomerado basal y rizaduras de areniscas Afloran en la Escuela Gerinoma. Las rocas volcánicas son andesitas y consisten principalmente en toba y toba aglomerática con lavas intercaladas.

Parte del grupo Gonzanamá yace en conformidad aparente sobre el grupo Sacapalca en Gonzanamá y Gerinoma, mientras que yace por debajo la formación Loma Blanca, que es la formación base de la secuencia terciaria de la cuenca de Malacatos, se estima que la potencia de esta formación tiene por lo menos 1000 m.

Esta formación se encuentra en una franja estrecha a lo largo el borde oriental de la fosa ocupada por la formación Sacapalca. Como se describió anteriormente esta compuesta de sedimentos y volcánicos intercalados. Estos sedimentos están bien estratificados en capas de 2 a 30 cm., de espesor y consisten de lutitas, predominantemente negras, y limonitas, con areniscas y arenas de grano. La secuencia de esta formación es que buza al Este pero localmente se estima que tiene una edad paleocénica.

☞ **FORMACIÓN TRIGAL (MIOCENO).**

Aparece en la cuenca de Malacatos entre Algarrobillo al norte, hasta el nivel de Algodonal al sur, que termina en una franja fina compuesta de arcilla homogénea en su mayor parte con capas de areniscas, limonitas y toba.

Las arcillas tienen vetillas de yeso, los mantos de lignito se encuentran en el tope de la formación, yacen en concordancia sobre la formación Loma Blanca, buza suavemente hacia el este debajo de la formación San Cayetano, tiene una potencia aproximada de 450 m.

Esta formación en la cuenca de Loja esta localmente laminada

☞ **DEPÓSITOS SUPERFICIALES.**

Los depósitos glaciales con morrenas prominentes ocupan las depresiones a lo largo de la cumbre de la Cordillera de los Andes. Abanicos aluviales se encuentran esporádicamente siguiendo los márgenes de la cuenca de Malacatos. Los derrumbes ocurren principalmente en los sedimentos terciarios donde se encuentran las arcillas.

La parte central de la cuenca de Catamayo y los valles principales de las cuencas de Malacatos y Loja presentan depósitos aluviales. De entre estos los más antiguos están preservados como terrazas; una de ellas al Sur de Loja, se halla a 90m., sobre el nivel actual del río.

☞ **INTRUSIVOS.**

Varios cuerpos graníticos se hallan intruídos dentro de la formación Sacapalca. El intrusivo El Tingo es una granodiorita de grano grueso, gris a rosado, con xenolitos de rocas volcánicas, que da una edad radiométrica de 49 millones de años.

2.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.-

Desde el punto de vista estructural, toda la parte de Malacatos se diferencian 3 conjuntos con características tectónicas propias: los materiales del grupo Zamora, la Unidad Vulcano sedimentaria y los Depósitos Cuaternarios.

☞ **GRUPO ZAMORA.**

Estos materiales constituyen actualmente un zócalo rígido de materiales metamórficas, en el que se detectan al menos 3 fases de deformación. Las dos primeras van ligadas en el tiempo y son el resultado de esfuerzos de compresión. La primera fase sería responsable del proceso de metamorfismo con desarrollo de los planos de esquistosidad de dirección N-S a NE-SO y de la litología actual.

La segunda fase daría lugar a las modificaciones de los planos de esquistosidad observables. La tercera fase, posterior en el tiempo, va ligada a un proceso de distensión postorogénico que afectó a la Serie Zamora cuando ya se comportaba mecánicamente como conjunto rígido.

Esta fase tardía generó una tectónica de bloques que dio lugar a la formación de una mega estructura tipo "graben" por la que se diferencian un bloque nororiental (Pacai-pamba); otro central hundido (Malacatos) en cuyo seno quedó resguardada del proceso erosivo la serie Vulcano – sedimentaria actualmente observable; y un tercero, límite suroccidental del "graben" (Moyocoche).

La fracturación se inició con la formación del "graben" delimitado por 2 fracturas principales con dirección general NO – SE y de continuidad lateral superior a los 20 Km. La fractura nororiental, Picota – San Pedro, refleja mayor actividad y por ende mayor salto conforme se desplaza hacia el extremo suroriental. En la fractura suroccidental, Solanda – Tumianuma, la actividad es menor, aunque también resulta ser más activa hacia el sureste.

Por tanto, las estructuras observables actualmente configuran un "graben" asimétrico donde el bloque hundido (Malacatos) está basculado hacia el noroeste y hacia el sureste.

Posteriormente, se producen movimientos diferenciales de reajuste y asentamiento de los bloques, según fracturas de dirección general noreste-suroeste que originan trastoques a manera de teclas y que producen una serie de saltos y desplazamientos de la fractura nororiental, sobre todo en la mitad meridional de la zona de estudio.

Los movimientos de esta fase tardía de distensión con la sedimentación de la unidad Miocena-Pliocena, Formación Quillollaco (TP). Así, el hundimiento del bloque Malacatos se refleja en esta formación por una discordancia progresiva intraformacional aparentemente continua en el tiempo, así como por los depósitos detríticos groseros que la constituyen.

☞ UNIDAD VULCANO – SEDIMENTARIA.

Se localiza en el bloque hundido del "graben" (Malacatos) donde ha estado preservada de la erosión. Los depósitos de la zona occidental están dispuestos en un conjunto monoclinal que buza hacia el este entre 40 y 70 grados. En la zona oriental la disposición es más compleja, pues una serie de fallas de desgarre complican la estructura. Solo la formación Quillolaco se dispone de forma más tranquila, afectada únicamente por la discordancia progresiva antes citada.

El hundimiento del bloque sobre el que descansan, además del basculamiento mencionado, da lugar a reajustes por asentamiento diferencial de los distintos conjuntos litológicos a favor de planos de deslizamiento de dirección y buzamiento próximos al plano de estratificación. Estos planos de discontinuidad mecanizada se enmascaran con facilidad por la monotonía litológica del conjunto y por estar agrupados en una "faja de resbalamiento" en vez de presentarse en un plano único.

En cualquier caso, estos deslizamientos intraformacionales se ponen de manifiesto en pinzaduras observables a pequeña y gran escala, además de por pliegues de arrastre y deslizamiento en las proximidades de los planos de resbalamiento.

Al Este de La Merced y Naranjo Dulce se encuentra una escama gravitacional afectada por una falla normal dextral de dirección próxima a los N 120 grados. Al Sur de la fractura, la pinzadura de lutitas, areniscas y niveles de yeso (Tm-p3) aflora entre areniscas, arcillas y conglomerados (TP); mientras que al este de La Merced, la escama repite materiales del mismo conjunto Tm-p3. Este fenómeno puede explicar la repetición de los niveles de yeso en este sector, mientras que los engrosamientos locales de las capas Yesíferas se pueden deber al afloramiento de las charnelas de los pliegues de arrastre.

A escala local, con frecuencia se observan deslizamientos intraformacionales a favor de niveles más lubricados y plásticos, con formación de pliegues de arrastre tipo "slump" en los niveles que deslizan y con la superficie de deslizamiento marcada por la presencia de una zona milimétrica de oxidación generalmente arcillosa.

Las deformaciones póstumas que afectan a estos conjuntos correspondan a fracturas de gravedad con una componente tangencial de dirección NE – SW y que son mas notables en la parte meridional del estudio. Estas fracturas, igual que en el Grupo Zamora, dan lugar a una compartimentación en bloques a manera de teclas con movimientos diferenciales en horizontal y vertical. En la unidad Vulcano sedimentaria, están más acentuados por los empujes diferenciales de las unidades mecánicamente más rígidas de Zamora y Loma Blanca; mientras, que por otra parte quedan enmascarados bajo los depósitos detríticos de la Formación Quillolaco (TP), que son tectónicos. De entre las fracturas de estas características destacan la de Malacatos, que con dirección NE-SW desplaza el labio meridional hacia el este, y la de los valles de los ríos Nachima y Malacatos, que producen saltos de amplitud kilométrica en la fractura del borde septentrional.

☞ **DEPÓSITOS CUATERNARIOS.**

Los materiales de edad cuaternaria al ser pos-tectónicos se disponen horizontalmente y no reflejan deformación tectónica alguna. El hecho de que se presenten en forma de potentes terrazas fluviales y en masas coluviales de amplio desarrollo, indica que los movimientos verticales positivos en la zona son notables y acelerados.

La inestabilidad morfológica de la zona, acentuada por estos movimientos verticales, se refleja en la existencia de frecuentes deslizamientos en cuña favorecidos por el comportamiento lubricante de las lutitas, muy abundantes en el conjunto vulcano46+5 sedimentario.

2.3. GEOLOGÍA HISTÓRICA.-

En la región, las rocas más antiguas pertenecen a la serie Zamora depositados en un geosinclinal y afectadas posteriormente por el tectonismo a finales del paleozoico (orogenia-varística).

La serie Zamora constituida fundamentalmente por mica-esquistos, esquistos grafiticos, con esporádicas manifestaciones de cuarcitas y cuarcitas sericíticas, pizarras, filitas y esquistos sericíticos.

En la región donde se localiza el área de estudio se encuentran las formaciones Trigal, San Cayetano y Quillolaco del mioceno y plioceno, lo cuál indica un enorme hiatus que va desde finales del paleozoico hasta oligoceno, intervalo de tiempo en la cuál la zona estuvo emergida.

La formación Loma Blanca que descansa discordantemente sobre la formación Gonzanamá al norte y la serie Zamora al sur, la compone un conglomerado basal, tobas, aglomerados, cristales de cuarzo y filitas, su edad no está determinada sin embargo se cree que es equivalente a la formación Saraguro (oligoceno- mioceno inferior).

Las tres formaciones sedimentarias Trigal, San Cayetano y Quillolaco son concordantes entre sí, la más antigua; la formación Trigal que descansa discordantemente sobre la serie Zamora es la base de la secuencia sedimentaria y está constituida por una arcilla homogénea laminada finamente, lo cuál indica su formación en un ambiente profundo. Concordantemente sobre ésta descansa la formación San Cayetano (mioceno) originadas en un ambiente de aguas menos profundas constituidas por areniscas finamente estratificadas, limonitas, lutitas silíceas y calcáreas, estratos gruesos de conglomerados y capas guijarrosas; las lutitas contiene gotas de yeso de mas de 10cm. de espesor y fracturas cubiertas de sulfuros. La formación Trigal al igual que la de San Cayetano pertenece a la época del mioceno del período neoceno.

Concordantemente sobre la formación San Cayetano se depositó la formación Quillollaco (mioceno-plioceno) en un ambiente también de aguas someras, compuestas por guijarros y cantos rodados provenientes de la serie Zamora (filitas, cuarcitas, esquistos serícíticos y cuarzo de vetas).

Esta formación conglomerática se encuentra gruesamente estratificada y pertenece a la serie del mio-plioceno del período neoceno. Estas tres formaciones pertenecen al neoceno se encuentran localizadas en el grupo cenozoico de la era terciaria.

VER ANEXO-MAPAS: GEOLOGÍA REGIONAL DEL ÁREA MINERA "JABONILLO". LÁMINA 3.

2.4. GEOLOGÍA LOCAL.-

☞ GÉNESIS DEL YACIMIENTO.

Los yacimientos de yeso se originan como consecuencia de procesos como:

- Precipitación de concentrados salinos producto de la evaporación en la interfase aire-agua.
- Congelación de concentrados salinos.
- Filtración iónica de los fluidos residuales.

El conjunto de edad mioceno-plioceno en la cuenca de Malacatos indica un ambiente de sedimentación de baja energía, probablemente supratidal. La acumulación de niveles de yeso favorecidas por la entrada de lenguas marinas Lagoon en condiciones evaporíticas, no totalmente definidas; serían restringidos debido a la morfología preexistente y a las barras arenosas.

Durante este ciclo de sedimentación, se depositaron: lutitas, areniscas y microconglomerados: lutitas carbonosas y areniscas como lutitas, tobas areniscas y niveles de yeso, en el que la actividad volcánica no cesó; lo que demuestra la presencia de niveles de tobas. Dicho proceso pudo haber influido en el enriquecimiento del potencial yesífero en el área al reaccionar químicamente los elementos concurrentes en la cuenca.

El yeso secundario se ha producido por la hidratación de la anhidrita y pase a la fase mineral estable del yeso, así como por penetración de aguas marinas al interior de la cuenca de clima semiárido.

☞ CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO.

En el área de estudio se puede distinguir un conjunto de rocas de origen sedimentario y de distinta composición litológica. Estas a su vez se hallan intercaladas formando un FLYSCH, las primeras rocas evidenciadas son: lutitas, areniscas, conglomerados, arcillas y conjuntamente con estos tipos de rocas observamos claramente la presencia de yeso en forma de vetillas y filones, las mismas que tienen un espesor de 2 - 5cm.; mientras que los filones alcanzan una potencia de 10m.

La principal roca ligada a la mineralización es la lutita; ésta se presenta con una textura masiva con una estructura microcristalino, con un color café oscuro casi negro, es de igual importancia indicar la presencia de vetillas de calcita que surgen paralelamente a la estratificación los cuales presentan un rumbo de 45-50 grados, con un buzamiento de 34 grados hacia el SE.

Las arcillas poseen una coloración gris y café, al igual que las rocas antes citadas, éstas forman parte del FLYSCH. Finalmente los conglomerados se presentan con cantos o clastos poco consolidados dentro de una matriz areno- arcillosa, éstas tienen una potencia que alcanza los 2m.

☞ **CARACTERÍSTICAS GEOLOGICO – MINERAS DEL YACIMIENTO.**

El cuerpo mineral tabular de forma alargada con dirección NNO – SSE abarca una superficie de 11550,06 m², la depositación del yeso se presenta en varias capas, los mismos que se agrupan en 2 niveles: Superior e Inferior.

El nivel Inferior, que se sitúa en la base de la Formación San Cayetano, el cual consta de 2 capas dispuestas mas o menos paralelamente, de acuerdo a estudios geológicos éstas capas presentan variaciones de espesor, buzamiento y contenidos de yeso. El nivel freático del área se localiza a 1492 m.s.n.m.

El mineral de yeso es homogéneo, con varias intercalaciones de areniscas, lutitas y arcillas amarillentas y grises por lo que resulta aconsejable realizar una explotación selectiva, el contacto entre la roca caja y el mineral es claro lo que permite tener una dilución de mineral muy baja. La sobrecarga esta constituida por una capa vegetal y de rocas arcillosas poco consolidadas.

El mineral se caracteriza por tener una densidad de 2.460g/cm³, la humedad de 11.75 %, la misma que alcanza un pérdida por calcinación de 23.77 %, una resistencia a la compresión de 59 Mpa. Mientras que por difracción de rayos X se ha determinado los compuestos con cristalización definida presentes en el mineral, los cuales son: Albita, Cuarzo, Kaolinita,, Yeso (GYPSUM), Moscovita y Calcita.

Mientras que la roca caja o encajante presenta una porosidad de 7.1%, con una dureza de 2.2, de igual manera con un peso específico 2.58 g/cm³, y un peso volumétrico de 2.41g/cm³, posee una resistencia a la compresión de 59Mpa.

☞ MINERALIZACIÓN.

El área presenta claramente un estrato de yeso blanco – gris., en mayor parte con tonalidades negras y café. Y en los lugares donde se encuentra la vía se observa yeso cristalizado. También podemos notar que se presentan afloramientos con texturas bandeadas que aparenta ser un yeso definitivamente cristalizado.

Es visible la presencia de grandes cuerpos de yeso de 1 – 4 m., en donde la potencia promedio de éstas capas es de 10m., aproximadamente cada una. También tenemos la presencia de arcillas de color gris claro y color café rojizo, lutitas de color gris claro y gris oscuro que contienen intercalaciones de yeso en láminas de pocos cm., de espesor; con pequeñísimas capas de azufre en los espacios de las fracturas.

Las rocas encajantes están constituidas por areniscas finamente estratificadas, lutitas, arcillas y en las partes bajas del área se observa la presencia de coluviales. La sobrecarga del yacimiento se encuentra constituida por una capa vegetal poco exuberante asociados a la arenisca, lutitas y arcillas. Esta sobrecarga posee un espesor de 21m.

Por lo que podemos decir que el yacimiento presenta una forma lenticular de origen sedimentario, sus dimensiones son: 56.15m., de longitud; con 20.72 m., de ancho teniendo una potencia de 10m.

VER ANEXO - MAPAS: GEOLOGÍA LOCAL DEL ÁREA MINERA "JABONILLO".
LÁMINA 4.

2.5. CÁLCULO DE RESERVAS.-

Para la determinación de las reservas presentes en el área minera "Jabonillo" se ha procedido a realizarlo mediante el Método de los Cortes Geológicos Paralelos (Horizontales o Verticales), por las condiciones de yacencia y origen del yeso en forma de capas y su ubicación cerca de la superficie asociado a estratos alternados por arcillas y lutitas bien definidos lo que permite cuantificar por este método las reservas de mineral existentes en el área.

Además en cada corte o perfil empleado en este método nos permitirá delimitar la forma del yacimiento definiendo el contorno natural del cuerpo mineralizado en superficie y su profundidad estimada de explotación en lo que respecta a la profundidad límite de la cantera.

☞ ESTIMACIÓN DE RESERVAS.

Como reserva mineral se entiende a aquella cantidad de mineral útil que técnicamente se ha determinado en el subsuelo y que por su contenido se torna económicamente explotable.

A nivel de un yacimiento, las reservas se dividen en 3 categorías probadas, probables y posibles; subdivididas según el grado de confiabilidad y cantidad de investigaciones exploratorias realizadas.

La aplicación de procedimientos sencillos para el cálculo de reservas, ayudan a tener mayor información del yacimiento; lo que permite con la elección del sistema de explotación, la evaluación del yacimiento lográndose así el diseño y la planificación minera con un control eficaz en la recuperación del mineral.

El método de cálculo empleado para las reservas de mineral es el de Secciones o de Perfiles, el cual se lo realiza mediante bloques que se encuentran entre 2 secciones de exploración contiguas: Perfiles Verticales o Planos Horizontales. En la determinación del

volumen de los bloques no se utiliza la potencia media del cuerpo mineral, sino las áreas ocupadas por la mina en las secciones contiguas.

☞ CATEGORÍA A (PROBADAS).-

Son reservas exploradas y estudiadas detalladamente que nos suministran con claridad y certeza la forma y estructura del yacimiento, tipos y clases de materia prima, su posición entre las rocas encajantes; separación y delimitación de zonas sin mineralización, datos más completos de la calidad, propiedades tecnológicas del mineral y factores naturales que influyen en los trabajos de explotación.

Para el cálculo matemático de las reservas probadas del yacimiento se ha considerado por su forma desigual sólo los bloques I, II, III, sin tomar en consideración sus extremos, por lo tanto la fórmula para utilizar tendrá el siguiente aspecto:

VER ANEXOS – MAPAS: CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINAL PARA EL CÁLCULO DE RESERVAS DE MINERAL – LÁMINA: 5 Y 1/5.

$$V_m (I-II) = \frac{SI + SII + \sqrt{SI * SII}}{3} * l$$

Donde :

l = distancia entre secciones contiguas(m).

S = área de cada bloque(m²).

V_m = Volumen de Mineral.

$$V_m (I-II) = \frac{350.39 + 902.44 + \sqrt{350.39 * 902.44}}{3} * 16,14$$

$$= 9765.51 \text{ m}^3$$

$$V_m (II-III) = \frac{902.44 + 642.95 + \sqrt{902.44 * 642.95} * 16,14}{3}$$

$$= 12412.27 \text{ m}^3$$

$$V_m (III-IV) = \frac{642.95 + 391.96 + \sqrt{642.95 * 391.96} * 16,14}{3}$$

$$= 8268.96 \text{ m}^3$$

$$V_m = V_m (I-II) + V_m (II-III) + V_m (III-IV)$$

$$V_m = 9765.51 \text{ m}^3 + 12412.27 \text{ m}^3 + 8268.96 \text{ m}^3$$

$$V_m = 30446.74 \text{ m}^3$$

$$Q_m = V_m * \delta$$

Donde :

Q_m = Reservas de Mineral

δ = Peso Volumétrico (2.25 Tn/ m³)

$$Q_m = 30446,74 \text{ m}^3 * 2.25 \text{ Tn/ m}^3$$

$$Q_m = 68505,16 \text{ Tn}$$

☞ CATEGORÍA B (PROBABLES).-

Son reservas exploradas y estudiadas al detalle, nos suministran claramente los principales elementos de orientación, la forma y el carácter estructural del cuerpo mineralizado, revelación de tipos naturales y clase industrial de la materia prima y su distribución regular, sin la representación exacta de la posición en el espacio de cada uno de

sus tipos naturales, información más clara sobre la correlación y carácter de sectores sin mineralización; no es necesaria su delimitación exacta, esclarecimiento de la calidad de las propiedades tecnológicas básicas del mineral útil y de los factores naturales fundamentales.

De igual forma para el cálculo matemático de las reservas probables se ha considerado los extremos del yacimiento, los cuales debido a su forma que presentan de cuña-punta-cono y de paraboloides o redondeada se emplea las siguientes formulas respectivamente:

Cuando presenta la forma de cuña-punta-cono tenemos:

$$V_m (x-1) = \frac{1}{3} * S * l$$

Donde:

S = área del extremo del yacimiento (m²).

$$V_m (x-1) = \frac{1}{3} * 20.32 * 3.33$$

$$V_m (x-1) = 22.55\text{m}^3$$

Cuando presenta la forma de paraboloides o redondeada tenemos:

$$V_m (4-y) = \frac{1}{2} * S * l$$

$$V_m (4-y) = \frac{1}{2} * 34.72 * 4.38$$

$$V_m (4-y) = 76.03\text{m}^3$$

$$V_m = V_m(x-1) + V_m(4-y)$$

$$V_m = 22.55m^3 + 76.03m^3$$

$$V_m = \mathbf{98.58 m^3}$$

$$Q_m = V_m * \delta$$

Donde :

$$\delta = \text{Peso Volumétrico (2.25 Tn/ m}^3\text{)}$$

Q_m = Reservas de Mineral

$$Q_m = 98.58 m^3 * 2.25 Tn/ m^3$$

$$Q_m = \mathbf{221.80 Tn}$$

☞ CATEGORÍA C (POSIBLES).-

Las reservas están exploradas y estudiadas con tal detalle que aseguran el esclarecimiento en términos generales de las condiciones de orientación, forma y estructura del mineral útil, sus tipos naturales, calidades industriales, calidad, propiedades tecnológicas, así como también los factores naturales que determinan las condiciones de llevar a cabo los trabajos de explotación minera.

Para el cálculo de las reservas posibles se ha considerado la proyección del yacimiento en sus extremos hasta unos 50.04 m de longitud, y su ancho como dato promedio del yacimiento en sí que es de 20.74m, con una potencia estimada de 10m; obteniéndose una figura geométrica rectangular, para la cual se aplica la siguiente fórmula:

$$V_m = l * a * p$$

Donde:

l = longitud a partir de los extremos del yacimiento (m).

a = ancho promedio del yacimiento (m).

p = potencia del yacimiento (m)

$$V_m = 50.04 * 20.74 * 10$$

$$V_m = 10378,29 \text{ m}^3$$

Por lo tanto este volumen es multiplicado por 2 ; ya que se considera la proyección del yacimiento por ambos extremos.

$$Q_m = V_m * 2$$

$$Q_m = 10378,29 * 2$$

$$Q_m = 20756,59 \text{ m}^3$$

$$Q_m = V_m * \delta$$

Donde :

$$\delta = \text{Peso Volumétrico del mineral (2.25 Tn/ m}^3\text{)}$$

$Q_m = \text{Reservas de Mineral.}$

$$Q_m = 20756,59 * 2.25 \text{ Tn/ m}^3$$

$$Q_m = \mathbf{46702.32 \text{ Tn}}$$

☞ RESERVAS EXPLOTABLES .-

Es la diferencia de las reservas probadas menos las pérdidas por diseño de la cantera.

El 8 % por Pérdidas corresponde a las pérdidas de mineral en los extremos del diseño de la cantera y específicamente en los extremos del yacimiento.

$$RE = \text{Reservas probadas} - (R_p * \% \text{ pérdidas})$$

$$RE = 30446,74 \text{ m}^3 - (30446,74 \text{ m}^3 * 0,08)$$

$$RE = 28011,00 \text{ m}^3 //, \text{ en toneladas tenemos:}$$

$$RE = 68505,16 \text{ tn} - (68505,16 \text{ tn} * 0,08)$$

$$RE = 63024,74 \text{ tn. //}$$

☞ RESERVAS RECUPERABLES.-

Son las reservas, en las cuales se considera el porcentaje de dilución presente al momento de la extracción del yeso.

El 5 % por Dilución corresponde a la dilución que se producirá en el traslado de mineral al stock de almacenamiento y a su posterior carga hacia los camiones para su comercialización.

$$Rr = RE + (RE * \% \text{ dilución})$$

$$Rr = 28011,00 \text{ m}^3 + (28011,00 \text{ m}^3 * 0,05)$$

$$Rr = 29411,55 \text{ m}^3 // , \text{ en toneladas tenemos:}$$

$$Rr = 63024,74 \text{ tn} + (63024,74 \text{ tn} * 0,05)$$

$$Rr = 66175,97 \text{ tn.} //$$

CAPITULO III

3.1. DESCRIPCIÓN MINERO TÉCNICA DEL YACIMIENTO.-

En base al levantamiento geológico del área podemos determinar las características mecánicas de las roca encajante como del mineral, que a lo posterior nos permitirán caracterizar al macizo rocoso del que esta conformado el yacimiento y consecuentemente las alternativas necesarias para una extracción del mineral de forma técnica.

Para poder describir las propiedades físico-mecánicas de la roca encajante y mineral, se ha tomado muestras representativas del yacimiento en explotación actual y de puntos bien definidos dentro del área.

Dentro de las propiedades físicas- mecánicas para el análisis de laboratorio tenemos:

3.1.1. PROPIEDADES FISICO MECÁNICAS DEL MINERAL.-

- **PESO ESPECÍFICO.**

Se denomina peso específico de una roca a la relación que existe entre su peso y el volumen que ocupan sus partes sólidas o esqueleto.

$$\gamma_e = G / V_s$$

$$\gamma_e = 2.27 \text{ gr/cm}^3$$

Donde:

γ_e : Peso Específico (Kg/m³ ; gr/cm³)

G : Peso de la muestra o roca ensayada (Kg; gr)

V_s : Volumen que ocupan las partes sólidas de la muestra.

La determinación del Peso Específico del Mineral se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geominera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

- **PESO VOLUMÉTRICO.**

Se llama peso volumétrico de una roca a la relación que existe entre su peso y el volumen que ella ocupa.

$$\gamma_v = G / V$$

$$\gamma_v = 2.25 \text{ gr/cm}^3$$

Donde:

γ_v : Peso Volumétrico (gr/cm^3 ; Kg/m^3)

V: Volumen de la muestra ensayada (m^3 ; cm^3).

La determinación del Peso Volumétrico del Mineral se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geominera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

- **LA POROSIDAD.**

Se llama porosidad de las rocas a la relación que existe entre el volumen que ocupan sus poros y el volumen total de ellas, o sea:

$$\eta = (V - V_s / V) = V_p - V$$

$$\eta = 1 \%$$

Donde :

η : Porosidad.

V_p : Volumen ocupado por los poros.

V : Volumen de la roca.

V_s : Volumen de las partes sólidas o esqueletos.

La determinación de la Porosidad del Mineral se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geominera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

- **HUMEDAD.**

La humedad de una roca en otro cuerpo cualquiera se define como la cantidad de agua que esta roca o cuerpo contiene en sus poros, grietas y otros vacíos.

La humedad esta dada en Porcentaje (%) = 11.75 %.

La determinación de la Humedad del Mineral se realizó en los Laboratorios del Departamento de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional de Quito.

- **DUREZA.**

Es la propiedad que tienen las rocas de impedir que un objeto o instrumento extraño ingrese a ello. La dureza corresponde al coeficiente de fortaleza de *Protodiakonov* que es igual a 2.

La determinación de la Dureza del Mineral se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geominera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.**

Se la determinó mediante cubos perfilados de roca y como resultado se obtuvo que es igual a 59 Mpa. = 590 kg/cm².

La determinación de la Resistencia a la Compresión del Mineral se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geominera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

- **DENSIDAD.**

Es la masa de la roca por unidad de volumen excluyendo la porosidad.

La determinación de la Densidad del Mineral se realizó en los Laboratorios del Departamento de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional de Quito.

$$d = 2.460 \text{ g / cm}^3.$$

- **COEFICIENTE DE ESPONJAMIENTO.**

Esta es una magnitud adimensional que expresa la relación de aumento de volumen de las rocas después del arranque.

En nuestro caso, según datos experimentales dados en el documento de Mecánica de Rocas del Dr. H. Sosa; el coeficiente de esponjamiento del yeso es de 1.6.

3.1.2. PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA ROCA ENCAJANTE.-

- **PESO ESPECÍFICO.**

Se denomina peso específico de una roca a la relación que existe entre su peso y el volumen que ocupan sus partes sólidas o esqueleto.

$$\gamma_e = G / V_s$$

$$\gamma_e = 2.58 \text{ gr/cm}^3$$

Donde :

γ_e : Peso Específico (Kg/m³ ; gr/cm³)

G : Peso de la muestra o roca ensayada (Kg; gr)

V_s : Volumen que ocupan las partes sólidas de la muestra.

La determinación del Peso Específico de la Roca Encajante se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geomínera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

- **PESO VOLUMÉTRICO.**

Se llama peso volumétrico de una roca a la relación que existe entre su peso y el volumen que ella ocupa.

$$\gamma_v = G / V$$

$$\gamma_v = 2.41 \text{ gr/cm}^3.$$

Donde :

γ_v : Peso Volumétrico (gr/cm³ ; Kg/m³)

V: Volumen de la muestra ensayada (m³ ; cm³).

La determinación del Peso Volumétrico de la Roca Encajante se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geominera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

- **LA POROSIDAD.**

Se llama porosidad de las rocas a la relación que existe entre el volumen que ocupan sus poros y el volumen total de ellas, o sea:

$$\eta = (V - V_s / V) = V_p - V$$

$$\eta = 7.1 \%$$

Donde :

η : Porosidad.

V_p : Volumen ocupado por los poros.

V : Volumen de la roca.

V_s : Volumen de las partes sólidas o esqueletos.

La determinación de la Porosidad de la Roca Encajante se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geominera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

- **DUREZA.**

Es la propiedad que tienen las rocas de impedir que un objeto o instrumento extraño ingrese a ello. La dureza corresponde al coeficiente de fortaleza de Protodiakonov, la misma que es = 2.2.

La determinación de la Dureza de la Roca Encajante se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geominera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.**

Se la determinó mediante cubos perfilados de roca y como resultado se obtuvo que es igual a 59 Mpa. = 590 kg/cm².

La determinación de la Resistencia a la Compresión de la Roca Encajante se realizó en los Laboratorios de Petrografía y Mineralogía en la Unidad de Ingeniería Civil y Geominera (U.C.G.) de la Universidad Técnica Particular de Loja.

3.1.3. ANÁLISIS QUÍMICOS DE MINERAL.

Estos análisis fueron realizados por ensayos dados en porcentaje, para cada uno de los elementos determinados, continuación:

| HIERRO (%) | CALCIO (%) | POTASIO (%) | SODIO (%) | MAGNESIO(%) |
|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| 1.26 | 0.52 | 5.24 | 0.95 | 0.16 |

La determinación de los Análisis Químicos de Mineral se realizó en los Laboratorios del Departamento de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional de Quito.

3.1.4. ANALISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X.-

Estos análisis fueron efectuados con la finalidad de terminar los compuestos(elementos) con cristalización definida presentes para la muestra de mineral, empleando el DIFRACTÓMETRO D8 ADVANCE, y el programa DIFFRAC PLUS para cualificación y cuantificación de yeso en lo referente a su concentración y pureza: A continuación se detallan los resultados:

| MINERAL | FORMULA | CONTENIDO (%) |
|----------------------|---|----------------------|
| ALBITA | $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ | 24.6 |
| CUARZO | SiO_2 | 24.9 |
| KAOLINITA | $\text{Al}_2(\text{OH})_4(\text{Si}_2\text{O}_5) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 3.7 |
| GYP SUM(YESO) | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 29.1 |
| ILLITE | $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ | 5.1 |
| MUSCOVITE | $\text{KA}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ | 10.7 |
| CALCITE | CaCO_3 | 1.9 |

| MINERAL | FÓRMULA | CONTENIDO(%) |
|-----------------------|---|---------------------|
| GYP SUM (YESO) | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 94.0 |
| CUARZO | SiO_2 | 6.0 |

La determinación de Cuantificación y Cualificación del Mineral en lo Referente a Concentración y Pureza se realizó en los Laboratorios del Departamento de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional de Quito.

Los análisis por difracción de rayos x muestran en la primera tabla los compuestos o elementos constituyentes en la muestra de mineral entregados para el análisis químico. Mientras que en la segunda tabla se muestra la concentración de yeso en el yacimiento. NOTA.- El límite de detección del equipo empleado es del 1% para compuestos con cristalización definida.

Referencia: Todos estos resultados tanto de mineral como de roca encajante se los puede ver en la parte de Anexos correspondientes a los Ensayos efectuados en los diferentes Laboratorios tanto de la Universidad Técnica Particular de Loja y de la Escuela Politécnica Nacional de Quito.

CAPITULO IV

4.1.- LABORES DE PREPARACIÓN Y DESTAPE ACTUALES.-

4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ACTUAL DE DESTAPE.

Debido a la escasa vegetación existentes, los trabajos de desbroce y limpieza del área se realiza manualmente, talando los árboles con una moto sierra en caso de ser necesario su empleo, la madera es utilizada para construir cercas y en los hogares como leña. En lo que respecta al yacimiento tenemos que la potencia del estrato es irregular (10-15m) con buzamiento en contra de la pendiente del terreno; presenta una sobrecarga que aumenta en potencia conforme se avanza en profundidad. La frecuente variación del yacimiento complica en forma considerable la explotación.

La sobrecarga esta constituida por una capa vegetal y suelo poco potente. El estrato yesífero presenta en su parte superior intercalaciones finas de 1 a 3cm., de potencia de pequeñas vetillas de yeso blanco acompañado de lutitas, arcillas y arenisca.

El contacto entre el mineral y el estéril es muy evidente por lo que impide que el mineral tenga una dilución considerable, de la misma forma en el yacimiento no existe la presencia de agua superficial ni subterránea, por lo que permitirá trabajar en las diferentes etapas de explotación sin dificultad.

Existe una trinchera que da acceso directo al yacimiento, así como también una gran trinchera con grandes promontorios de roca estéril, con una altura de 7 m., en el costado pendiente y mientras que el costado adyacente se encuentra el yacimiento.

El yacimiento se encuentra en la fase de explotación, la cual se labora de forma artesanal, logrando extraer actualmente 90 toneladas al mes aproximadamente.

Para el destape, se emplea un Buldózer, que es alquilado para trabajar por horas en el destape del yacimiento y de acuerdo a los requerimientos de la demanda de yeso, el tiempo de horas trabajadas como mínimo es de 50 y máximo de 200 horas.

El trabajo que realiza el Buldózer es remover la sobrecarga hacia el lado pendiente del yacimiento hacia una escombrera temporal ubicada a una distancia de 50m., permitiendo de esta manera dejar al descubierto el cuerpo mineral para la fase de explotación; así mismo se realiza la limpieza de la parte superior del yacimiento de la cantera debido al gran deslizamiento de material suave que existe sobre el mismo y que se desliza cuando ocurren lluvias frecuentes en el sector de estudio.

Cabe indicar que este yacimiento ya fue trabajado en la explotación de yeso en años anteriores, por lo que se puede evidenciar que los trabajos desarrollados de destape no tienen ningún aporte técnico en su ejecución, sino de forma inadecuada y artesanal.

Actualmente, como se indico anteriormente, las labores de destape están solamente centradas a lo que es limpieza y destape del yacimiento, como de igual manera la movilización de estéril hacia una escombrera interior temporal que se va extrayendo conforme se destapa la capa mineral; así mismo podemos indicar que no existen labores de preparación del yacimiento, previa a su explotación. Estas labores de destape no se desarrollan muy continuamente sino de una a dos veces al año y en dependencia de la cantidad de mineral requerido para su venta.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ACTUAL.-

4.2.1. SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ACTUAL.-

Actualmente los trabajos de explotación se realizan en forma artesanal existiendo una trinchera de grandes dimensiones que se encuentra en forma paralela al rumbo del cuerpo mineral, al costado pendiente del mismo se han ubicado promontorios de material estéril.

Los trabajos que se han realizado para remover la sobrecarga, han dejado taludes con un ángulo mayor al ángulo de estabilidad natural, generando gran riesgo de posibles deslizamientos debido al bajo grado de compactibilidad del material de sobrecarga.

Considerando que la explotación actual al igual que el destape, se realiza de una forma artesanal y antitécnica, no hay posibilidades de ubicarlo dentro de ninguna clasificación; esto es causado por la falta de conocimientos técnicos por parte de las personas dedicadas a esta actividad, lo que conlleva destrucción y pérdidas, tanto de las reservas de mineral como del medio ambiente.

4.2.2. ARRANQUE DE MINERAL.

☞ PERFORACIÓN Y VOLADURA DE MINERAL.

Los trabajos de perforación y voladura empleados para la explotación se realizan de forma manual, utilizando varillas de hierro templadas preparadas para las labores de perforación, adicionalmente a éstas varillas se requiere la ayuda de agua lo que facilita la penetración de la varilla de hierro sobre el cuerpo mineral; con dicha herramienta los trabajadores realizan perforaciones de 1-2 metros de profundidad dependiendo de las condiciones in situ del mineral.

Luego de concluidos los taladros o barrenos se los tapa con plásticos, pedazos de papel o costales con la finalidad que no ingrese material al taladro o barreno y lo tapone impidiendo el cargado de los mismos. No se aplica una malla de perforación pre-establecida, si no que se perfora de acuerdo a las necesidades y demanda del mineral.

Para los trabajos de voladura se utilizan cartuchos de dinamita EXPLOGEL III 1 ¼ * 7 pulgadas (uno o medio taco de dinamita) como carga de fondo; así mismo como carga de columna se emplea el Nitrato de Amonio (ANFO) y una proporción considerable de material de in situ para el retacado. Cabe indicar que todos estos trabajos se los ejecuta de una manera empírica fuera de los parámetros técnicos de perforación y voladura.

Generalmente se realizan 4-8 taladros de 1-2 metros de profundidad y a una distancia aproximada de 1 -1.5 m., entre taladro-taladro lo cual permite obtener mineral volado de diferentes dimensiones, suficiente para cargar 1-2 camiones de 14 ton/día, señalando que este material volado de mineral no presenta un trozamiento óptimo que facilite el cargado directo del mineral, por lo que se requiere de un trozamiento secundario manual de combo y puntas y conjuntamente por medio de la perforación y voladura de ser necesario el caso. El tiempo aplicado para las labores de arranque de mineral es de 4 – 5 horas aproximadamente una vez que ha sido destapado el yacimiento para su extracción.

Quedando el mineral predisposto para su respectivo cargado. Los todos los trabajadores encargados de estas labores, no poseen conocimientos básicos de las técnicas de seguridad en lo que respecta a explosivos y accesorios de voladura por lo que se exponen a graves accidentes, por la no observación y conocimiento de las mismas.

No se tiene en la actualidad un pasaporte de perforación y voladura patrón que se siga para la extracción del mineral, se lo hace empíricamente sin conocimientos técnicos, aquí prevalece la denominada experiencia del los trabajadores encargados de realizar estas labores. Podemos detallar que para un taladro de 2m., de profundidad se tiene los siguientes datos para el cargado de mineral de forma artesanal:

| Elementos del Taladro Cargado | Sustancia Explosiva | Longitud del Taladro Cargado (m) |
|-------------------------------|---|----------------------------------|
| CARGA DE FONDO | 1 o 1/2 cartucho de EXPLOGEL III, 1 1/4" * 7" | 0.20m |
| CARGA DE COLUMNA | ANFO (Nitrato de amonio + diesel) | 0.60m |
| RETACADO | Material IN SITU de la perforación | 1.20m |
| TOTAL | | 2.00m |

4.2.3. CARGA Y TRANSPORTE DEL MINERAL.

Los trabajos de carga y transporte se los puede resumir expresándolos que de la misma forma se realizan manualmente. Para el cargado de mineral se utiliza palas y la mano del hombre ubicándolo en las carretillas; luego es transportado el mineral en estas carretillas, por tabloncitos que permiten el deslizamiento hacia los camiones de transporte, donde se realiza el cargado último del mineral para el transporte hacia los lugares donde son requeridos el mineral, esto es para la fabricas de abonos y fertilizantes y en las cementeras nacionales.

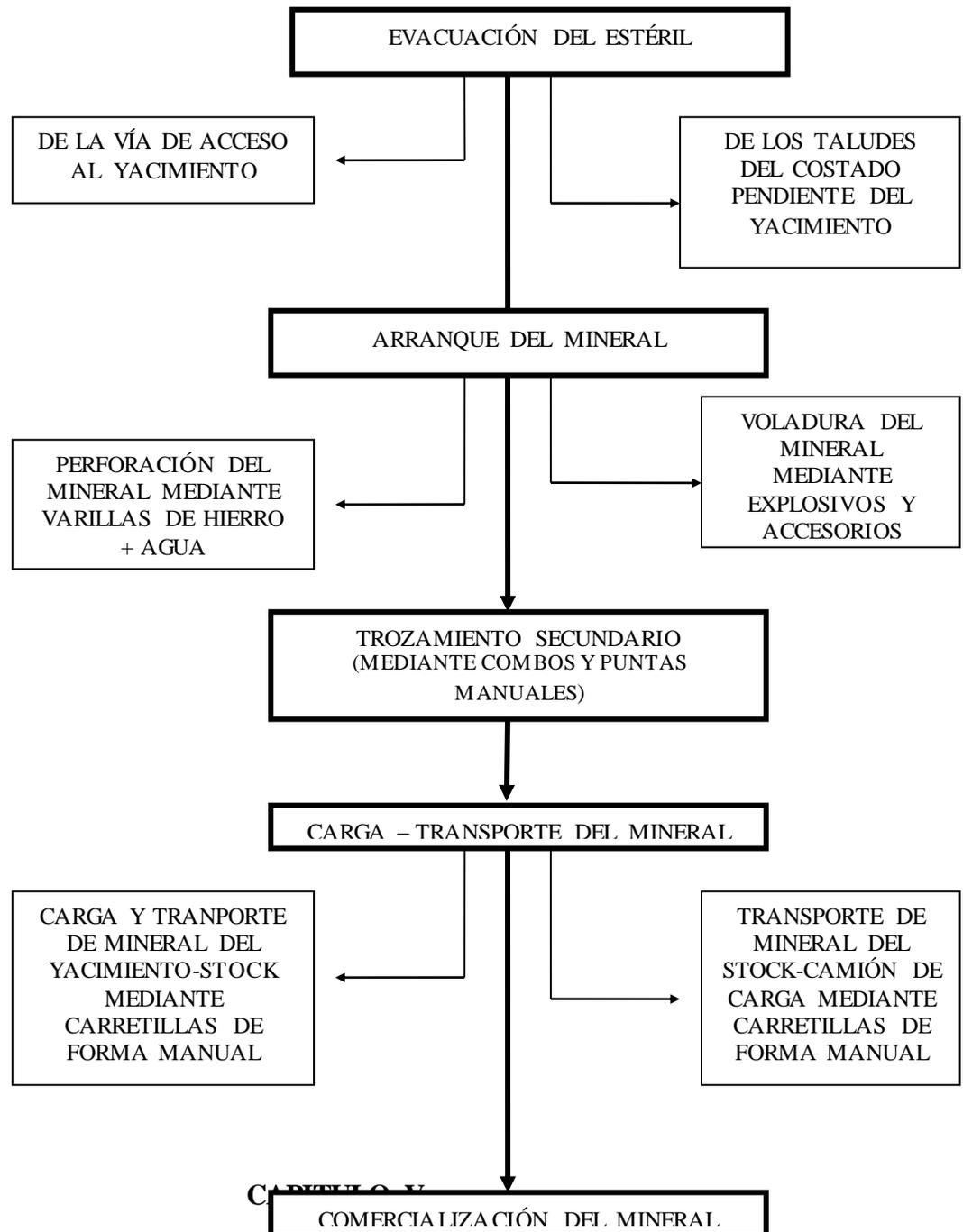
Todas las actividades de carga y transporte es desarrollado por el hombre, no existe el trabajo mecanizado. Las carretillas son cargadas en el frente de arranque y se traslada hasta sitios preestablecidos con distancias que van de 10 a 20 metros hasta donde llegan los camiones de los transportistas intermediarios. Estos lugares de carga se construyen de forma tal que permiten aprovechar los desniveles del terreno y la fácil ubicación de los tabloncitos de madera sobre el piso, disminuyendo el coeficiente de rozamiento de las ruedas y aumentando el rendimiento de cada carretillero.

4.2.4 MAQUINARIA Y MANO DE OBRA UTILIZADA EN LA EXPLOTACIÓN DEL MINERAL.

En la fase de explotación o extracción de mineral así como de carga y transporte no se emplea maquinaria de ninguna clase o tipo, que ayude y asegure la efectividad de las actividades en las etapas ya mencionadas. Pero si podemos decir que se emplean equipos pequeños como: carretillas, barrenas, explosivos y accesorios de voladura como es la mecha negra, dinamita y anfo(nitrato de amonio), que sirve para la voladura del mineral.

En lo referente a la mano de obra empleada podemos decir que se cuenta de 4-5 obreros, las cuales cumplen con los trabajos de perforación y voladura, así como de carga y transporte. Y en lo que respecta al destape se cuenta con un operador de máquina que es el encargado del funcionamiento del buldózer.

ESQUEMA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS ACTUALES DE EXPLOTACIÓN DE MINERAL EN EL ÁREA MINERA "JABONILLO"



5.1. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN.-

5.1.1. ELECCIÓN DEL SISTEMA.

Se denomina al conjunto de métodos seguros y económicos para realizar los trabajos mineros de preparación, destape y extracción, que permitan cumplir con la producción planificada para la cantera, bajo el empleo racional de las reservas recuperables del yacimiento.

La elección del sistema de explotación a cielo abierto, asegura una alta efectividad de explotación del yacimiento, y determina la elección de maquinaria para el transporte, así como también de los índices técnico-económicos de trabajo en las canteras.

Todas las clasificaciones propuestas por los diferentes autores en épocas distintas, sobre los sistemas de explotación a cielo abierto, pueden ser divididas en dos grupos fundamentales:

- La clasificación en la cual los sistemas de explotación a cielo abierto se diferencian por el método de efectuar los trabajos de destape y el método de desplazamiento de las rocas estériles hacia las escombreras.
- La clasificación en la cual los sistemas de explotación a cielo abierto se diferencian en dependencia del orden en que se realizan los trabajos de preparación, arranque, dirección de avance del frente y los métodos de destape.

La desventaja de este grupo de clasificaciones está, en que aquellos no toman en cuenta el volumen y orden de realizar los trabajos de preparación.

Por lo tanto nos remitiremos a seleccionar el método o sistema de explotación de acuerdo a la clasificación propuesta por los soviéticos E. Shesko y Acad N. V., que se sintetizan en la siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

| | |
|--|---|
| <p>A. Con transbordo de estéril a la escombrera por medio de excavadoras o escombros-transbordadores (su desplazamiento transversal) o llamados sin transporte.</p> | <p>A.1. Con transbordo directo del recubrimiento. A.2. Con transbordo múltiple del recubrimiento por excavadoras. A.3. Con transbordo del recubrimiento por medio de escombros-transbordadores.</p> |
| <p>B. Con acarreo de estéril a la escombrera con ayuda de medios de transporte (desplazamiento longitudinal) o llamado también con transporte.</p> | <p>B.4. Con transporte de estéril a la escombrera interior. B.5. Con transporte del estéril a la escombrera exterior. B.6. Con transporte del estéril a la escombrera interior y exterior.</p> |
| <p>C. Con transporte y transbordo del estéril a las escombreras (desplazamiento transversal y longitudinal) o llamado también combinado.</p> | <p>C.7. Con transporte parcial del estéril a las escombreras interiores o exteriores. C.8. Con transporte parcial del estéril a las escombreras interiores.</p> |
| <p>A.0. Con pequeño volumen de trabajos de destape cuando el desplazamiento del estéril a la escombrera no tiene significado esencial.</p> | |

5.1.1.1. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN TÉCNICAMENTE POSIBLES.

Una vez analizado los sistemas de explotación se ha determinado que para las condiciones que presenta nuestro yacimiento los grupos de los sistemas que más se adaptan son los grupos (B Y C).

EN EL GRUPO B:

CON ACARREO DE ESTERIL A LA ESCOMBRERA CON AYUDA DE MEDIOS DE TRANSPORTE.

Este grupo los sistemas de explotación con transporte son los más complejos y más económicos en comparación con los sistemas sin transporte, pero a ellos se los puede utilizar bajo cualquier condición de los elementos de disposición del yacimiento y por esto son los más difundidos

En estos sistemas de explotación no existe la dependencia rígida entre el desarrollo del frente de avance de trabajo de destape y la cantidad de reservas de destape, se crean de acuerdo a las necesidades.

De acuerdo con el grado relativo de dificultad de los trabajos de transporte de estéril, ellos se pueden dividir en tres sistemas de explotación:

B.4. SISTEMA CON ACARREO A LAS ESCOMBRERAS INTERNAS.

Este sistema se caracteriza por el desplazamiento del estéril a una distancia comparativa corta por vía de perfil favorable, generalmente en la dirección de carga.

B.5.SISTEMA CON ACARREO DE ESTÉRIL A LA ESCOMBRERA EXTERNA.

Este sistema de explotación se caracteriza por el desplazamiento de estéril a grandes distancias generalmente con gradiente de vía automotriz, férrea en la dirección con carga.

B.6.SISTEMA CON ACARREO PARCIAL DEL ESTÉRIL A LA ESCOMBRERA INTERNA Y EXTERNA.

Este sistema de explotación toma en cuenta las características de los dos sistemas de explotación ya descritos.

EL GRUPO C:

CON TRANSPORTE Y TRANSBORDO DEL ESTÉRIL A LAS ESCOMBRERAS.

C.7.CON TRANSPORTE PARCIAL DEL ESTÉRIL A LAS ESCOMBRERAS INTERIORES O EXTERIORES.

Este sistema de explotación se refiere a que una parte del estéril puede ser depositado en escombreras exteriores de corta o de larga distancia, y otra cantidad podría ser utilizado para ciertos trabajos tales como: rellenos, nivelación de sitios o en lugares explotados.

C.8.CON TRANSBORDO PARCIAL DEL ESTÉRIL A LAS ESCOMBRERAS INTERIORES.

Este sistema de explotación se lo efectúa cuando el material estéril es extraído y depositado en sectores favorables para el mismo, sin que exista molestia durante la explotación de mineral, para luego proceder a llevarlo al lugar ya explotado.

5.1.1.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN TÉCNICAMENTE POSIBLES.

Una vez analizados los sistemas de explotación técnicamente posibles se ha escogido para su comparación dos sistemas de explotación que son los siguientes: **SISTEMAS CON ACARREO DE ESTÉRIL A LA ESCOMBRERA EXTERNA (B.5)** y el sistema **CON TRANSPORTE PARCIAL DEL ESTÉRIL A LAS ESCOMBRERAS INTERIORES O EXTERIORES (C.7)**, los mismos que ofrecen los parámetros técnicos que se adaptan a nuestro yacimiento, por lo que comparamos cada uno de ellos:

COMPARACIÓN

B.5.El estéril es llevado en su totalidad a las escombreras externas.

C.7.El estéril es llevado en parte a escombreras internas a externas.

B.5.El estéril puede ser utilizado después de la explotación del yacimiento para el relleno.

C.7.El estéril puede ser utilizado para un relleno simultáneo.

B.5.Escombreras a larga distancia.

C.7.Escombreras a corta distancia.

B.5.Transporte del estéril es menos económico.

C.7.El transporte es mucho más económico.

5.1.2. DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN.

Después del análisis comparativo entre los dos sistemas de explotación y tomando en consideración la situación de los trabajos mineros realizados hasta la actualidad se ha escogido el sistema de explotación C 7. Las recomendaciones técnicas que nos da este sistema de explotación, podemos aplicar a nuestro yacimiento por sus características minero técnicas y geomorfológicas que nos permite transportar el material estéril desde los

diferentes frentes a la escombrera interna para una posterior utilización o almacenamiento en la escombrera exterior.

Este método se adapta a las condiciones dadas, ya que se tendrá que realizar primeramente el escombrado interior ubicado en el sector noreste del área, la remoción del estéril se efectuará utilizando un bulldózer; de esta manera deja destapado el cuerpo mineral en su totalidad. Ya que en el mineral es necesario utilizar perforación y voladura. En la plataforma de trabajo en mineral se ubica la perforadora con la finalidad de efectuar los barrenos que permitirán obtener la suficiente masa mineral volada. El material volado se traslada con una máquina cargadora frontal desde el sitio de arranque hasta una plataforma diseñada para almacenamiento o stock del mineral cerca del yacimiento.

5.1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL CAMPO DE LA CANTERA.

Empezaremos con los trabajos de limpieza del campo de la cantera y la remoción parcial del suelo. El yacimiento por no presentar niveles freáticos que afecten a las actividades posteriores de explotación, no se realizarán trabajos de desvío de aguas ni tampoco se realizará el desvío de la quebrada ya que se encuentra en la parte baja del área y fuera de ella en su mayor parte, lo que no presentará inconvenientes a futuro ni molestias en las labores de trabajo de la cantera.

Lo que si tenemos como labor de defensa que se efectuará, para que no causen problemas en las etapas posteriores es la construcción de un canal de drenaje, para las corrientes del agua lluvia y dañen o perjudiquen los trabajos de la construcción de la cantera en superficie como en avance de los trabajos de profundización de la misma. Este canal se lo ubicará en los contornos externos de la cantera. Así de igual forma con el material de destape sacado se lo empleará para la protección de la cantera si se presentaren problemas en lo que es la superficie y estabilización de taludes.

5.1.2.2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE DESTAPE ELEGIDO EN LA CANTERA.

Dadas las condiciones físico mecánicas de la sobrecarga existente en el yacimiento, la topografía del área, la ubicación del yacimiento, sus características geológicas y al igual que las labores existentes en el área; nos permiten planificar y realizar el destape utilizando para aquello un bulldózer cuya fortaleza de diseño mantiene constante el ángulo de la punta del desgarrador para así facilitar la penetración y una alta producción en las labores de destape. La forma de acceso del bulldózer se lo efectuará hasta la cota superior (1624msnm) mediante la construcción de una trinchera principal, donde se iniciará el desgarramiento y destape del estéril por bancos descendentes lo cual será transportada al SE del yacimiento.

El método de arranque consistirá en arrancar el estéril por capas a través de pasadas del bulldózer, a lo largo de todo el yacimiento, el material será arrastrado y depositado en la escombrera temporal (interna ya existente), situada al costado pendiente y baja del yacimiento; se considera 2 escombreras ya que disminuirá la distancia de acarreo y elevará la productividad del equipo. Al mismo tiempo permitirá disponer de 1 frente de trabajo dispuesto inmediatamente para la explotación.

Es indispensable dejar una berma de seguridad de 1-2 metros de ancho, cada 4 metros de altura que corresponde a la de los bancos, que se los trabajará para el destape en forma escalonada, la cual garantizará que los posibles escurrimientos de estériles contaminen el mineral en la plataforma de trabajo.

Con lo planteado aseguramos una alta seguridad de los trabajos de la cantera y un gasto mínimo de las labores de destape; ya que la explotación actual se la realiza de una forma artesanal y anti-técnica, en donde no existen una planificación y organización de las labores mineras, lo que conlleva a un bajo aprovechamiento del mineral. (VER ANEXO-LÁMINA 6).

5.1.2.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ELEGIDO.

La explotación se realizará desde la cota superior en forma de bancos hasta la cota inferior, para ello se aprovechará la vía de acceso que conduce al yacimiento, que ya a sido trabajada y que nos servirá como trinchera de corte en mineral y como el primer frente de ataque, dejando el talud de banco en mineral constante y de acuerdo a las condiciones factibles para una buena perforación (45^0). El presente sistema de explotación se lo desarrollará siguiendo la topografía del terreno y las condiciones favorables del mismo, para la correcta explotación del yacimiento.

En dependencia de la topografía y de las actividades de destape y preparación a efectuarse se llegará al banco de explotación de mineral, por medio de bancos descendentes, para el efecto de extracción se realizarán trabajos de perforación y voladura del mineral, que serán arrancado a lo largo y potencia del yacimiento en toda su magnitud. Posterior a éstas labores, la pala frontal realizará el traslado y almacenamiento del mineral. Todos los trabajos iniciales previstos para su explotación se realizarán considerando los parámetros de: ángulo de talud, ángulos de trabajo y de receso y el ángulo de liquidación de la cantera determinada para el proyecto.

El traslado del material de estéril se realizará desde los sitios en que se estén realizando los trabajos de destape de sobrecarga, por medio de volquetes hacia las escombreras respectivas. Todos estos trabajos de explotación, carga, transporte se realizarán de acuerdo a las necesidades de producción de la cantera durante el desarrollo del proyecto.(VER ANEXO- LÁMINA 7).

5.1.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN.

5.1.3.1. BANCOS.-

Para este tipo de yacimientos se toma en consideración la forma como van a efectuarse los trabajos, tanto de destape y de explotación del mineral, ya que los yacimientos para la explotación a cielo abierto se los dividirá en capas horizontales a determinada altura, las mismas que conforme se desarrollan los procesos de explotación adquieren una forma escalonada. Los bancos técnicamente tienen sus parámetros de construcción que se deben considerar, los cuales son: TALUD DEL

BANCO, PLATAFORMA SUPERIOR O TECHO DEL BANCO, PLATAFORMA INFERIOR O PISO DEL BANCO, ARISTA SUPERIOR DEL BANCO, ARISTA INFERIOR DEL BANCO, PRISMA DE DESLIZAMIENTO DEL BANCO Y ALTURA EL BANCO.

5.1.3.2. ALTURA DEL BANCO.-

Esta altura debe dar seguridad a los todos los trabajos mineros, bajo un gasto mínimo en la explotación del yacimiento. Se toma en consideración la distribución y potencia del estéril y mineral, por lo que se lo ha dividido por bancos descendentes conforme se efectúe la explotación. Por lo tanto la altura del banco será de:

$$H = 4m.$$

Donde:

H: Altura del banco.

5.1.3.3. ÁNGULO DE TALUD.-

Para los bancos de trabajo se debe asegurar la estabilidad temporal de los mismos y la de los bancos en receso una estabilidad de larga duración. la estabilidad de larga duración se la consigue dejando el ángulo de talud del banco igual al ángulo de talud natural de las rocas.

El ángulo de talud del banco en trabajo puede tener una estabilidad temporal o corta, ya que este talud de trabajo se va a mover paulatinamente por lo tanto va a estar influenciado por las fuerzas atmosféricas. Por lo tanto el ángulo de talud del banco en trabajo es mucho más abrupto, lo cual va a facilitar los trabajos de perforación y voladura y de excavaciones. Para el ángulo de talud para los bancos en receso de 40 grados y para los bancos en trabajo de 55 grados, considerando la altura del banco de acuerdo a la tabla propuesta por el Dr. Humberto Sosa. (VER ANEXOS).

5.1.3.4. PRISMA DE SEGURIDAD (C):

Es la parte inestable del banco y es el sector donde la maquinaria no debe estacionarse, se lo calcula de la siguiente manera:

$$C = 0.4 * Hb$$

Donde:

Hb = altura del banco

$$C = 0.4 * 4m.$$

$$C = 1.6m = \text{Se tomará como prisma de seguridad en la práctica} = 2m.$$

5.1.3.5. PLATAFORMA DE TRABAJO:

Va estar en relación directa con la maquinaria a elegir tanto para el arranque carga y transporte de material (estéril y mineral) que se van a emplear para las labores mineras de la cantera, se toma en consideración también el radio de giro de la maquinaria, berma de seguridad, espacios prudentes de seguridad para no obstaculizar el correcto desarrollo del trabajo en la cantera. También se tiene los siguientes parámetros a considerarse técnicamente para el diseño de la plataforma de trabajo:

*Ancho de la Franja. (AF)

*Espacio de Amontonamiento.(EA)

*Distancia de Seguridad desde el Amontonamiento hasta la vía. (DSAV)

*Ancho de la Vía. (AV)

*Berma de Seguridad. (BS)

*Espacio entre el Talud y el Espacio de Amontonamiento. (ETEA)

*Línea de Menor Resistencia por el Piso. (W)

*40° = Ángulo de Talud para Bancos en Receso.

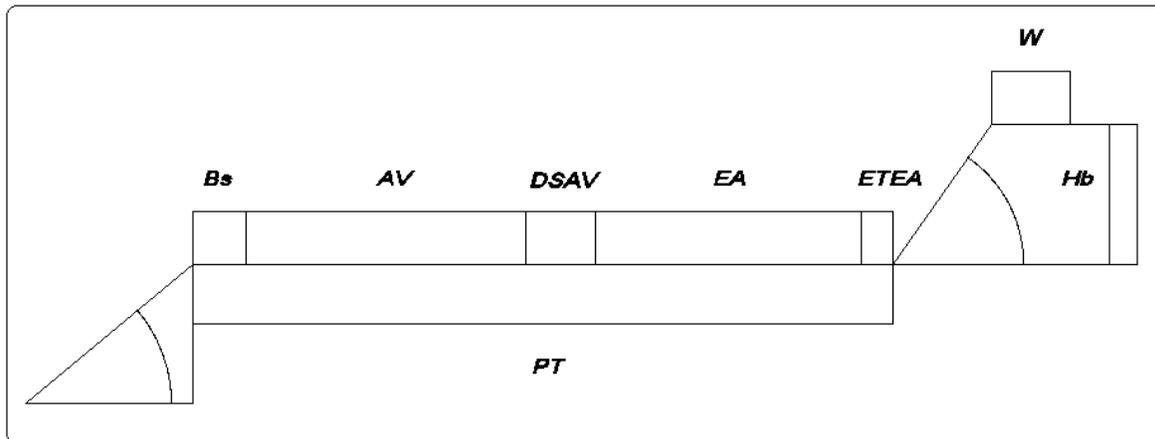
*55° = Ángulo de Talud para Bancos en Trabajo.

$$PT = EA + DSAV + AV + BS + ETEA$$

$$PT = 7.6m + 2m + 7.58m + 2m + 0.90m$$

$$PT = 20m.$$

ELEMENTOS DE LA PLATAFORMA DE TRABAJO



5.1.3.6. ANCHO DE LA FRANJA A EXPLOTARSE.-

Por las condiciones técnico ambientales de explotación y seguridad, se desarrollará la extracción del mineral por franjas, para lo cual determinamos el ancho de la franja tomando en consideración la disposición de los barrenos y el espacio que ocupa de amontonamiento las rocas después de la voladura.

Para el cálculo de la franja a explotarse se ha considerado los parámetros de perforación y voladura, así como el diámetro de perforación y las características que presenta la roca mineral y las características técnicas de las sustancias explosivas.

Cuando se dispone una sola fila de barrenos el ancho de la franja en el banco es igual a la línea de menor resistencia por el piso.

$A = W$, Pero como se extraerán 2 filas de mineral, la fórmula es la siguiente:

$A = 2 W$, Donde la línea de menor resistencia es: $W = 2.25 m$.

$A = 2 (2.25)$

$A = 4.50m$.

OBSERVACIÓN.-Esta distancia es el ancho de la franja a volarse cada semana, no es el ancho del bloque ya que esta comprendido todo el yacimiento que es igual a 20m.

5.1.4. PASAPORTE DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA EL ARRANQUE EN MINERAL.

De igual forma se toma en cuenta las características geológicas, propiedades físico-mecánicas del mineral, dimensiones del banco, teniendo los siguientes datos a que nos permitirán realizar el pasaporte.

$$*\Phi_{\text{perf}} = 64\text{mm.}$$

$$*\text{Altura del banco}(Hb) = 4 \text{ m.}$$

$$*\text{Fortaleza de la roca} = 590 \text{ kg/cm}^2.$$

$$*\text{Ángulo de talud del banco} = 45^\circ$$

5.1.4.1. LONGITUD DE SOBREP perforACIÓN:

$$L_s = ((3+7)/2)\Phi_{\text{perf}}.$$

Donde: Φ_{perf} = Diámetro de perforación

$$L_s = 5 *(64\text{mm})$$

$$L_s = 320\text{mm} = 32 \text{ cm} = 0.32\text{m.}$$

5.1.4.2. LONGITUD TOTAL DEL BARRENO:

$$L_{\text{TB}} = Hb + \frac{L_s}{\text{Sen } \alpha}$$

$$L_{\text{TB}} = 4 \text{ m} + \frac{0.32}{\text{Sen } 45^\circ}$$

$$L_{\text{TB}} = 4.45 \text{ m.}$$

5.1.4.3. LINEA DE MENOR RESISTENCIA:

$$W = (30 - 40) * \Phi_{\text{perf}}$$

Donde :

30% - 40% = Bancos Definidos y Bancos Únicos respectivamente

$$W = 35 * 64\text{mm.}$$

$$W = 2240\text{mm.}$$

$$W = 2.24 \text{ m.} = \text{Se tomará para la práctica} = 2.25 \text{ m.}$$

5.1.4.4. DISTANCIA ENTRE BARRENOS (a):

$$a = c' * W$$

Donde:

c' = coef.de aprox.de las cargas = 0.98 - 1.25

$$a = 0.98 * 2.25\text{m.}$$

$$a = 2.20 \text{ m.} = \text{Para la práctica se adoptará} = 2.25\text{m.}$$

5.1.4.5. DISTANCIA ENTRE BARRENOS (b):

$$b = W$$

$$b = 2.25 \text{ m.}$$

La malla de perforación se la realizará de forma cuadrada.

5.1.4.6. CONCENTRACIÓN DE LA CARGA DE FONDO:

$$Q_{\text{cf}} = (7.854 * 10^{-4}) * dsf * (\Phi_{\text{perfor.}})^2 * K$$

Donde :

K = coef.de llenado = 10%

dsf = densidad de la sust.explosiva, EXPLOGEL I 2 X 8" = 1.37 gr/cm³.

$$Q_{cf} = (7.854 \cdot 10^{-4}) * 1.37 * (64\text{mm})^2 * 0.10$$

$$Q_{cf} = 0.44\text{kg/m.}$$

5.1.4.7. CONCENTRACIÓN DE LA CARGA DE COLUMNA:

$$Q_{cc} = (7.854 \cdot 10^{-4}) * dsf * (\Phi_{\text{perfor.}})^2 * K'$$

Donde :

$$K' = \text{coef. de llenado} = 0.20$$

dsf = densidad del ANFO NORMAL en la carga de columna = 0.80 gr/cm³.

$$Q_{cc} = (7.584 \cdot 10^{-4}) * 0.80 * (64\text{mm})^2 * 0.20$$

$$Q_{cc} = 0.51\text{kg/m.}$$

5.1.4.8. LONGITUD DE RETACADO:

$$L_r = 3.45\text{m.}$$

Esta longitud es tomada en base a la fortaleza y características minero técnicas del mineral como de la práctica

5.1.4.9. LONGITUD TOTAL DE LA CARGA DE SUSTANCIA EXPLOSIVA:

$$L_{SE} = L_{TB} - L_r$$

$$L_{SE} = 4.45 \text{ m.} - 3.45\text{m}$$

$$L_{SE} = 1.00 \text{ m.}$$

5.1.4.10. CANTIDAD DE SUSTANCIA EXPLOSIVA POR METRO

DE BARRENO:

$$Q_m = 0.7854 * (\Phi_{\text{perfor.}})^2 * \text{deseccm} * 1000$$

Donde : **deseccm**= Densidad de la carga de sustancia explosiva en la cala bajo cargado manual (gr/cm^3) = **0.296 para manual** .

$$Q_m = 0.7854 (0.064)^2 * 0.296 * 1000$$

$$Q_m = 0.95 \text{ kg/m.}$$

5.1.4.11. CANTIDAD DE SUSTANCIA EXPLOSIVA EN BARRENO

LARGO:

$$Q_b = Q_m * L_{SE}$$

$$Q_b = 0.95 \text{ kg/m.} * 1 \text{ m.}$$

$$Q_b = 0.95 \text{ kg/m.}$$

5.1.4.12. CANTIDAD DE SUSTANCIA EXPLOSIVA EN LA CARGA

DE FONDO:

$$Q_f = Q_b * 0.465 \quad \text{Cuando es Explogel I se toma ésta fórmula.}$$

$$Q_f = 0.95 \text{ kg.} * 0.465$$

$$Q_f = 0.44 \text{ kg.}$$

5.1.4.13. CANTIDAD DE SUSTANCIA EXPLOSIVA EN LA CARGA

DE COLUMNA:

$$Q_c = 0.54 * Q_b \quad \text{Cuando es Anfo se toma ésta fórmula.}$$

$$Q_c = 0.54 * 0.95 \text{ kg.}$$

$$Q_c = 0.51 \text{ kg.}$$

5.1.4.14. LONGITUD DE LA CARGA DE FONDO:

$$L_{cf} = \frac{Q_f}{Q_m} \quad L_{cf} = \frac{0.44 \text{ kg}}{0.95 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}$$

$$L_{cf} = 0.46 \text{ m.}$$

5.1.4.15. LONGITUD DE CARGA DE COLUMNA:

$$L_{cc} = \frac{Q_c}{Q_m} \quad L_{cc} = \frac{0.51 \text{ kg}}{0.95 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}$$

$$L_{cc} = 0.536 \text{ m.} = 0.54 \text{ m}$$

5.1.4.16. LONGITUD TOTAL DE CARGA:

$$L_{TC} = L_{cf} + L_{cc}$$

$$L_{TC} = 0.46 \text{ m.} + 0.54 \text{ m.}$$

$$L_{TC} = 1 \text{ m.}$$

5.1.4.17. INTERVALOS DE MICRORETARDOS ENTRE FILAS:

$V = K * W$ **Donde : K** = Coeficiente = 2 - 2.5 milisegundo/m. Cuando no se tiene problemas con la roca y cuando se tiene problemas con la misma respectivamente.

$$V = 2 * 2.25 \text{ m.}$$

$V = 4.5$. Como no existen microretardos de 5 o 10 miliseg/m, etc. Se tomará en la práctica microretardos de 25 miliseg/m. que son los de menor tiempo en lo referente a microretardos.

5.1.4.18. VOLUMEN DE ROCA TROZADA POR BARRENO:

$$V_c = a * W * H_b$$

$$V_c = 2.25m * 2.25m * 4m.$$

$$V_c = 20.25m^3.$$

5.1.4.19. VOLUMEN DE ROCA POR METRO DE BARRENO.

$$V_m = V_c / L_{TB}$$

$$V_m = 20.25m^3 / 4.45 m.$$

$$V_m = 4.5 m^3 / m.$$

5.1.4.20. GASTO ESPECÍFICO REAL DE SUSTANCIA EXPLOSIVA:

$$q_r = Q_b / H_b * a * W$$

$$q_r = 0.95 \text{ kg./m.} / (4m * 2.25m * 2.25m)$$

$$q_r = 0.0469 \text{ kg/m}^3.$$

OBSERVACIÓN.- En la práctica se aplicará para la Carga de Fondo la cantidad de 1 cartucho de Explogel I en una longitud de fondo de 0.22m.y para la Carga de Columna una cantidad de Anfo que ocupará 0.78 m. y la diferencia en Retacado con material del in situ. Estas distancias y cantidades van a permitir después de la voladura obtener el mineral con condiciones óptimas tanto para la carga y transporte del mismo; ya que de acuerdo a las características que presenta y su fortaleza que es de 5.9. Por lo que en la práctica lo mencionado anteriormente es suficiente para las voladuras de mineral de Yeso.(VER ANEXO- LÁMINA 9)

5.1.5. CÁLCULOS PARA LOS ACCESORIOS EMPLEADOS EN LAS VOLADURAS DE MINERAL:

5.1.5.1. NÚMERO DE FILAS.

$$N_f = A_{mb} / B$$

A_{mb} = Ancho Promedio del Bloque. = 20m.

$$B = a = 2.25m$$

$$N_f = 20 / 2.25$$

$$N_f = 8.8 = 9 \text{ FILAS}$$

5.1.5.2. NÚMERO DE COLUMNAS.

$$N_c = L_{mb} / S$$

L_{mb} = Longitud promedio del bloque. = 30m.

$$S = b = 2.25m.$$

$$N_c = 30 / 2.25$$

$$N_c = 13.33 = 13 \text{ COLUMNAS.}$$

OBSERVACIÓN.- El Cálculo de Número de Filas y Columnas (9 y 13) respectivamente para los accesorios de voladura se ha tomado en consideración todo el bloque del yacimiento en sí. Para tener una malla de perforación planificada y diseñada del yacimiento en general, que nos permitirá explotar por franjas conforme se avanza con los trabajos de explotación de mineral.

5.1.5.3. LÍNEA MAESTRA.

$$LM = K_r * a * N_{CE}$$

K_r = Coef. Que considera el gasto por uniones = 1.05 – 1.15

a = Distancia entre filas = 2.25 m.

N_{CA} = Número de Cargas Explosivas = 18 cargas de 2 filas.

$$LM = 1.15 * 2.25 * 18$$

$$LM = 46.57 \text{ m.} = 47m.$$

5.1.5.4. LONGITUD DE UNIONES.

$$L_u = K_1 * l_1 .$$

K_1 = Coef. Que considera el amarre a la mecha y al cartucho activo = 1.15 – 1.2

l_1 = Longitud del barreno, 4.45m.

$$L_u = 1.15 * 4.45m$$

$$L_u = 5.11m/ carga$$

Como son 18 cargas por semana, tenemos que son:

$$L_{tu} = L_u * NCE$$

L_{tu} = Longitud total de uniones.

$$L_{tu} = 5.11m * 18$$

$$L_{tu} = 92.11 m / por franja a arrancar por semana (2 filas). = 92 m$$

5.1.5.5. LONGITUD DE SALIDA.

Tenemos que por salida se tomará una longitud de: 0.20 m. = 20 cm.

5.1.5.6. LONGITUD DE AMARRES.

$$L_{amarr} = 0.20 m * NCE$$

$$L_{amarr} = 0.20 m * 18 calas$$

$$L_{amarr} = 3.6 m = 4 m.$$

5.1.5.7. GASTO TOTAL DE LÍNEA.

$$GTL = LM + L_{tu} + L_{amarr}$$

$$GTL = 47m + 92m + 4m.$$

$$GTL = 143 m.$$

OBSERVACIÓN.- Para el Cálculo del Gasto Total de Línea y demás Accesorios siguientes se ha considerado la franja de mineral a explotarse por semana. No se ha tomado el Gasto Total Línea y Accesorios para el bloque, por su gran magnitud y normas-reglamentos ambientales de explotación.

5.1.5.8. LONGITUD DEL BARRENO EN RELACIÓN A TODA LA FRANJA A VOLAR.

$$Lb = (LTB + 0.20 \text{ mt}) * NCE$$

$$LTB = \text{Longitud Total del Barreno.} = 4.45 \text{ m.}$$

$$LF = (4.45\text{m} + 0.20\text{m}) * 18$$

$$LF = 83.70 \text{ m.}$$

$$LF = 84 \text{ m.}$$

5.1.5.9. GASTO TOTAL DE CORDON DETONANTE.

Se realiza la suma del gasto total de línea con la longitud del barreno en relación a todo el bloque a volar, por lo tanto tenemos:

$$GTL = 143 \text{ m. Cordón Detonante}$$

$$L F = 84\text{m. Cordón Detonante}$$

227 m. EN TOTAL DE GASTO DE CORDÓN
DETONANTE EN CADA FRANJA A VOLAR DE MINERAL

5.1.5.10. NÚMERO DE FULMINANTES.

$$NFULM = (NCE) + 1$$

$$NFULM = 18 + 1$$

NFULM = 19 fulminantes a utilizar por bloque.

EN CONCLUSIÓN: Tenemos que para la voladura de cada franja de mineral a volar se empleará 1 rollos de cordón detonante de color amarillo, igualmente se emplearán 1 caja de 45 cartuchos de Explogel I 2* 8", de igual forma se emplearán 1 saco de Anfo Normal más un total de 19 fulminantes número 8 y finalmente un rollo de 500 metros de mecha de seguridad o mecha negra para el encendido. (VER ANEXO -LÁMINA 9).

| SUSTANCIAEXPLOSIVA | DENSIDAD (gr/cm ³) | TAMANO | CONDICION |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|-------------|
| EXPLOGEL I | 1.37GR/ CM ³ . | 2 x8" | En cartucho |
| ANFO NORMAL | 0.80GR/CM ³ . | Saco de 50 Kg. | AGRANEL |

5.1.6. MÉTODO DE VOLADURA.

Para realizar la voladura, emplearemos el método de cordón detonante, ya que tiene amplio uso en la voladura de cargas explosivas en barrenos a cielo abierto, es muy seguro y nos permite detonar simultáneamente o a diferente tiempo, un número indeterminado de cargas de sustancias explosivas: Utilizamos este método por los siguientes parámetros.

- Tipo de minería: Cielo Abierto.
- Dificultades: Ninguna, complicada cuando existe agua. Nuestra área no existe presencia de agua.
- Armado: sencillo.
- Costos: Relativamente caro.
- Ventajas: Ahorro de cápsulas detonadoras.
- Experiencia de los trabajadores en este tipo de voladuras.
- Contaminación: Igual que el método de fuego.
- Trozamiento Secundario: Menor tendencia.
- Microretardos: Se emplea para serie de cargas con retardo.

5.1.6.1. ENCENDIDO.

Al emplearse este método de voladura detonante, utilizaremos el Explogel I como iniciador del Anfo Normal, con Cordón Detonante de 5gr y Fulminante #8 que va encendido con Mecha de Seguridad., para lograr una mayor efectividad se emplearán los microretardos de 5 milseg que van estar unidos a la línea maestra de cordón detonante. Estos microretardos son aconsejables porque en la práctica le dan tiempo al material para poder alojarse o amontonarse, de una manera óptima la una franja de mineral sobre la otra franja sucesivamente y ordenadamente. Porque al utilizar microretardos de menor tiempo al material lo vuelan por completo y lo dispersan en el terreno de forma irregular

5.1.6.2. MALLA DE PERFORACIÓN.

En la malla se ubicarán aproximadamente 18 barrenos, está malla va estar en dependencia de la producción requerida, para la cual el método de avance de extracción de mineral se lo realizará por franjas de 2 filas, acordes a las condiciones del terreno y consta de 2 filas de 9 barrenos c/u.

La malla a utilizar será rectangular con dimensiones de 2.25 x 2.25m, entre fila-fila. Para nuestro proyecto utilizaremos voladura semanal de 2 filas de 9 calas. Por lo tanto la malla de perforación semanal tiene una dimensión de 4.50m de ancho por 20 m de longitud.

La razón por la que se ha tomado este tipo de voladuras semanales es porque las condiciones y características físico - mecánicas del mineral y principalmente de los explosivos afectarían al medio ambiente en lo referente a la producción de gases y de ruido y por sobre todo por tener una sobrecarga de dureza débil y al efectuar voladuras diarias causarían serios daños y accidentes en la cantera que desestabilizaría el terreno, por lo que es necesario esperar 2 a 3 días para que se establezca el macizo rocoso , para lo cual este método adoptado de voladura, es una solución práctica que permitirá controlar estos factores ambientales y de contaminación al medio en la explotación del mineral.

Por lo que concluimos que la voladura en bloque no se la efectuará, lo que si las dimensiones del bloque serán diseñadas y trabajadas en el campo, para llevar una extracción del mineral de forma técnica y geoméricamente distribuidas con la finalidad de obtener un mejor trozamiento de mineral deseado y dentro de los parámetros de demanda del mineral actuales.

5.1.6.3. CARGA EXPLOSIVA.

Las cargas de fondo y de columna se realizarán manualmente así como el respectivo cebado y según la cantidad calculada.

5.1.6.4. RETACADO.

Con el retacado se logra un mejor aprovechamiento de la fuerza explosiva y se lo realizará con el detritus de la perforación.

5.1.7. SELECCIÓN DEL TIPO DE EXPLOSIVO

Para la elección del explosivo en nuestro trabajo hemos optado por recurrir a las recomendaciones técnicas de EXPLOCEN C.A. EMPRESA NACIONAL DE EXPLOSIVOS, desde el punto de vista de su aplicación en la minería a cielo abierto y de acuerdo a las características físico – mecánicas de las rocas.

El éxito de una excelente voladura depende de la correcta elección del explosivo y el buen uso de los elementos que intervienen en la misma.

5.1.7.1. Sustancia Explosiva.

☞ **Dinamita.-** Se los llama así a los explosivos de nitrógeno y nitrogricol con una mezcla de algodón, virutas de madera y tiza. La dinamita a utilizar será el *Explogel I*, con un diámetro de 2*8" de largo, con un peso de 454 gr/cartucho. Y una densidad relativa de

1.37 gr/cm³, el calor desarrollado es de 1017 Kcal/Kg, velocidad de detonación de 3600 m/seg, presión de detonación de 43 Kbar, resistencia al agua limitada máximo 2 horas.

☞ **Anfo/normal** .- Se compone principalmente de nitrato de amonio (NO₃NH₄) que se mezcla con un derivado de petróleo (combustible) (5-6%) generalmente diesel, como sustancia explosiva se activa cerca de 973 Kcal/kg, esta sustancia explosiva es muy débil, pero tiene una velocidad de detonación sin confinar 1700 m/seg, su presentación es en sacos de polietileno de 50kg, densidad de 0.80 gr/cm³, presión de detonación de 6 Kbar y una resistencia al agua NULA.

El nitrato de amonio es microscópico, por lo que no es recomendable utilizar en barrenos donde no exista agua, es sensible a la humedad por lo que se debe almacenar en lugares secos y normalmente es utilizado como carga de columna en voladuras y como abono en la agricultura.

5.1.7.2. ACCESORIOS.

☞ **Cordón detonante**.- Es un cordón flexible, con un núcleo central violento de pentrita (PENT), cubierto por una capa de fibras textiles y su parte externa de polietileno, que permite su empleo en ambientes húmedos o bajo el agua, tiene una estructura similar a la mecha corriente que en vez de tener una alma de pólvora contiene un explosivo detonante.

El cordón detonante se lo utiliza para hacer detonar otros explosivos con los que entra en contacto, en nuestro caso es de 5gr, que es suficiente para explosionar la dinamita, es de color amarillo, viene dado en rollos de 500 m, con un peso bruto por caja de 6.5 Kg, su velocidad de detonación es de 7000m/seg, diámetro externo de 3.60 mm y una resistencia mínima a la tracción de 50Kg.

☞ **Fulminante (Cápsula detonadora)**.- Es una cápsula cilíndrica cerrada por un lado y abierta por el otro, en el cual esta prensado un gramo de tetral (TEN O EXÓGENO), y una taza con sustancia explosiva de iniciación (fulminato de mercurio). Los fulminantes a emplearse son #8.

Microretardos (Milisegundos).- Los microretardos sirven para retardar la onda explosiva o la detonación de un tramo de cordón al siguiente y continúa solamente después de terminado el tiempo de combustión de la carga de retardo (contiene por lo general carga pirotécnica). Para nuestro trabajo se utilizará microretardos de 25 mliseg.(VER ANEXO – LÁMINA 9).

5.1.8. ESPACIO DE AMONTONAMIENTO.-

El ancho de amontonamiento se ha tomado de la tabla del libro "Indicaciones Metodológicas para la realización del proyecto de curso sobre Minería a Cielo Abierto", de Dr. Humberto Sosa.

EA=1.9 (Hb)

EA= 1.9(4m)

EA=7.6m.

5.1.9. LONGITUD DEL BLOQUE.-

Se toma en dependencia de los elementos de disposición del yacimiento y organización de los trabajos como así por ejemplo en bancos constituidos de material homogéneo, ya sea mineral útil o roca de estéril, la longitud de los bancos se establece calculando que en cada bloque se asegure el trabajo independiente e ininterrumpido de la maquinaria.

La ininterrupción del trabajo se determina por la cantidad suficiente de masa rocosa volada en los frentes y calas perforadas en los bloques para las subsiguientes voladuras.

Para nuestro caso se ha tomado una longitud de 30 m.

5.1.10. ÁNGULO DE LIQUIDACIÓN.-

El ángulo de liquidación de los bordes de la cantera deben brindar una seguridad que vayan en función con las necesidades que se presente de acuerdo en la construcción de la misma, por lo tanto es necesario dejar el ángulo de liquidación de la cantera, igual al ángulo de talud natural de estabilidad de las rocas, que de acuerdo a lo propuesto por

GIPRORUDI, siendo el ángulo de 45° , se tomará para el costado pendiente y para el costado yacente se tomará el ángulo con el que buza la capa mineral que es de 34° . (VER ANEXO 2).

5.1.11. DISEÑO DE LOS CONTORNOS DE LA CANTERA.-

Para efectuar los diseños de los contornos de la cantera, desde el punto de vista técnico y práctico se debe considerar que se pueden subdividir en contornos finales, de perspectiva e intermedios.

LOS CONTORNOS FINALES son aquellos por los cuales de acuerdo por el diseño, se liquidan los trabajos a cielo abierto. Estos contornos deben ser establecidos con un alto grado de precisión.

LOS CONTORNOS DE PERSPECTIVA son aquellos contornos hasta los cuales, de acuerdo con el proyecto, se piensa desarrollar los trabajos a cielo abierto. Estos contornos son determinados en forma aproximada y se corrigen con los avances del proyecto.

LOS CONTORNOS INTERMEDIOS son aquellos contornos que deben ser alcanzados en determinado momento de la explotación o extracción del mineral.

Toda la división de estos tipos de contornos, para el diseño, ha sido dada por la práctica. La causa principal de esta división ha sido el hecho que en la realidad los contornos fueron establecidos en forma muy aproximada, ya que no se toman en cuenta muchos factores entre ellos el tiempo.

La elección de los contornos de la cantera tiene una relevada importancia, puesto que de ella depende el volumen de las reservas industriales de mineral útil y el volumen de las rocas de destape, los cuales van a determinar la producción y el tiempo de existencia de la cantera.

5.1.11.1. COEFICIENTE DE DESTAPE.-

En la explotación a cielo abierto, mientras más profundo se encuentra el yacimiento mineral inclinado, abrupto o mayor sea la potencia del recubrimiento de los yacimientos horizontales, tanto mayor es el volumen de rocas estériles que hay que desplazar para destapar el yacimiento y poder extraer el mineral útil.

El costo de la extracción mineral a cielo abierto, en gran medida depende del volumen de las rocas a desplazarse, o sea el volumen de destape, sin embargo el costo no depende del volumen del destape absoluto, sino del volumen de destape relativo.

El volumen relativo de rocas estériles, o sea el volumen de estéril que es indispensable, desplazar por unidad de mineral útil, esta relación volumen estéril se denomina **COEFICIENTE DE DESTAPE**.

El coeficiente de destape puede expresarse en peso, cuando las rocas de estéril y mineral se indican en toneladas o pueden expresarse en forma volumétrica, cuando aquello se indica en metros cúbicos.

5.1.11.2. COEFICIENTE INDUSTRIAL (O MEDIO) DE DESTAPE K_i (K_m).

Se denomina al volumen de rocas estériles V_e (dentro de los límites de la cantera o e una parte de ella), para el volumen de reservas industriales de mineral útil A_i dentro de los límites de la misma.

$$K_m = V_e / V_m ; m^3 / m^3$$

Donde:

K_m = Coeficiente Medio.

V_e = Volumen de Estéril.

V_m = Volumen de mineral.

$$K_m = 93378.41 m^3 / 30466.74 m^3.$$

$$K_m = 3.06$$

5.1.11.3. COEFICIENTE LÍMITE DE DESTAPE.

Se denomina así al coeficiente máximo permitido, bajo el cual se pueden llevar a cabo los trabajos de explotación minera por el método de explotación a cielo abierto. Este coeficiente se determina por condiciones económicas, con frecuencia también se lo llama coeficiente económico o crítico.

El coeficiente límite de destape no se lo considera como magnitud constante, sino que va a estar en relación con las técnicas y tecnologías que se apliquen en los trabajos a cielo abierto, que generalmente aumentan con el progreso de los mismos y se lo determina mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Kl = CM - ZM / ZE; \$ / \text{Tonl.}$$

Donde:

Kl = Coeficiente Límite.

CM = Precio del Mineral en el Mercado, $\$ / m^3$. (25 dólares)

ZM = Costo de extracción de $1 m^3$ de mineral a cielo abierto sin considerar el destape. (8 dólares)

ZE = Costo de extracción de $1 m^3$ de estéril. (4 dólares)

$$Kl = 25 - 8 / 4$$

$$Kl = 4.25$$

5.1.11.4. PROFUNDIDAD LÍMITE DE LA CANTERA.-

Para determinar la profundidad límite de la cantera se procedió a emplear el MÉTODO GRÁFICO DE V.V. RZHEVSKLY. Cuyo procedimiento lo podemos sintetizar de la siguiente forma con la finalidad de terminar la profundidad límite de la cantera: Se toma la potencia horizontal (M) del yacimiento en la posible profundidad límite de la cantera.

Luego desde cualquier punto A, libremente elegido sobre la superficie se coloca el segmento AB, a la misma escala a la que fue medida la potencia horizontal. La magnitud AB debe corresponder a la relación o condición:

$$A * B = M * Kl$$

Donde:

M = Potencia Horizontal del cuerpo mineral útil.

Kl = Coeficiente Límite; m^3 / m^3 .

Desde el punto A y B se trazan líneas inclinadas con ángulos equivalentes a los ángulos de liquidación del costado yacente (0y) y del costado (0p) pendiente del yacimiento. El punto de corte de éstas 2 líneas O, corresponde a la profundidad límite de la cantera. La cota de posición de este punto se transporta al costado yacente del yacimiento (punto C) y luego se dibuja la posición real del fondo de la cantera y sus bordes.

Por lo tanto la profundidad límite de la cantera se ubica en la cota 1580 m.s.n.m., determinado por el método gráfico, para nuestro yacimiento.(VER ANEXO-LÁMINA 8).

5.1.12. DIMENSIONES DE LA CANTERA.

5.1.12.1. LONGITUD EN SUPERFICIE.-

La longitud de la cantera en superficie se la determina por los bordes superiores de los taludes finales de la cantera, siendo su valor de 215 m.

5.1.12.2. ANCHO EN SUPERFICIE.-

De igual forma el ancho en superficie de la cantera son determinados por los bordes superiores de los taludes finales de la cantera, que son a partir, del coeficiente límite de destape, siendo su valor de 290 m.

5.1.12.3. LONGITUD EN EL FONDO.-

La longitud en el fondo de la cantera se toma igual a la extensión del yacimiento, el mismo que esta dado en 112m.

5.1.12.4. ANCHO EN EL FONDO.-

El ancho en el fondo, esta dado en base a las condiciones de seguridad necesarias para realizar los trabajos mineros, por lo tanto el ancho en el fondo de la cantera se toma a un promedio de 38m, el mismo que corresponde a la potencia horizontal del yacimiento.

5.1.13. PRODUCCIÓN DE LA CANTERA.-

La producción de la cantera es determinada bajo diferentes aspectos y que deben estar en directa relación con la producción de mineral proyectada.

*Las reservas de mineral útil, son tomadas en consideración, su valoración cuantitativa ya que a partir de ellas, se realizarán los respectivos cálculos mineros técnico-económicos.

*La demanda del producto tanto para el mercado local y nacional en lo referente a productos obtenidos a partir de la materia prima que es el yeso.

*El mercado adquisitivo de la materia prima (yeso) para la elaboración de productos de cemento.

Por estas razones se ha proyectado una producción de 9504 ton/año aproximadamente, la misma que esta provista satisfacer el mercado local, nacional y de las cementeras existentes en nuestro país, así mismo será necesario el desarrollo y evaluación de los avances de los trabajos de cantera con el objetivo de aumentar la producción sobre la proyectada, fomentando el comercio industrial en lo concerniente a la explotación de minerales no metálicos (yeso).

5.1.13.1. TIEMPO DE VIDA DE LA CANTERA.-

Para realizar el cálculo del tiempo de vida de la cantera, emplearemos la siguiente expresión:

$$T_{vc} = Q(1-p) / P(1-d)$$

$$T_{vc} = 68505,16Tn(1-0.08) / 9504Tn/año(1-0.05)$$

$$T_{vc} = 6,98 \text{ AÑOS.}$$

DONDE:

Q = Reservas Probadas del Yacimiento.

p = Pérdidas 8%.

P = Producción Proyectada Anualmente.

d = Dilusiones 5%.

5.1.13.2. PRODUCCIÓN MENSUAL:

PM = Producción anual proyectada = 4224m³

$$PM = \frac{4224m^3}{12}$$

$$PM = 352 \text{ m}^3 / \text{mes.}$$

OBSERVACIÓN.- En la práctica y de acuerdo a las condiciones del terreno y tomando en consideración los parámetros técnico-económicos se realizará una producción de mineral semanalmente equivalente a **117 m³ / semana aproximadamente.**

Los siguientes cálculos que constan a continuación son para tener una referencia de producción tanto de mineral como de estéril en trabajos prácticos al 100 %, en yacimientos de grandes dimensiones de yeso(para producciones diarias).

5.1.13.3. PRODUCCIÓN DIARIA:

$$PD = \frac{PM}{22\text{días}}$$

$$PD = \frac{352m^3}{22\text{días}}$$

$$PD = 16 \text{ m}^3 / \text{día}$$

$$PD = 36 \text{ tn} / \text{día}$$

5.1.13.4. PRODUCCIÓN DE MINERAL POR HORA:

$$Ph = \frac{PD}{\text{Número de horas}} * \text{día}$$

$$Ph = \frac{16m^3 / \text{día}}{8h / \text{día}} * \text{día}$$

$$Ph = 2 \text{ m}^3/h$$

$$Ph = 4.5 \text{ tn/h.}$$

5.1.13.5. PRODUCCIÓN DE ESTERIL POR HORA:

$$PE = Ph * Ki$$

$$PE = 2 \text{ m}^3/\text{h} * 3.06$$

$$PE = 6.12 \text{ m}^3/\text{h} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para extraer 2 m³/h de mineral se necesita extraer 6 m³/ h.

5.1.13.6. PRODUCCIÓN DE ESTERIL POR DÍA:

$$\text{Pester/día} = PE * 8 \text{ h/día}$$

$$\text{Pester/día} = 6 \text{ m}^3/\text{h} * 8 \text{ h/día}$$

$$\text{Pester/día} = 48 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Pester/día} = 115.68 \text{ tn/día}$$

5.1.13.7. PRODUCCIÓN DE MASA ROCOSA POR DÍA:

$$\text{PMR/DÍA} = P_{\text{min/día}} + \text{Pester/día}$$

$$\text{PMR/DÍA} = 16 \text{ m}^3/\text{día} + 48 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{PMR/DÍA} = 64 \text{ m}^3/\text{día}.$$

$$\text{PMR/DÍA} = 151.68 \text{ tn/día}.$$

5.1.13.8. PRODUCCIÓN DE MASA ROCOSA POR AÑO :

$$\text{PMR/AÑO} = \text{PMR/DÍA} * 264 \text{ Días de trabajo por año}$$

$$\text{PMR/AÑO} = 64 \text{ m}^3/\text{día} * 264 \text{ días de trabajo por año}$$

$$\text{PMR/AÑO} = 16896 \text{ m}^3/\text{año}.$$

$$\text{PMR/AÑO} = 40043.52 \text{ tn/año}.$$

5.2. ELABORACIÓN DEL PLAN CALENDARIO.-

Para la elaboración del respectivo plan calendario y el régimen de los trabajos mineros se lo efectúa a través del ANÁLISIS MINERO GEOMÉTRICO; que no es más que un método GRAFO-ANALÍTICO el mismo que nos ayuda a evidenciar la profundidad de la cantera y sobre todo el método más óptimo para el destape y sistema de explotación, se procedió al análisis con las respectivas tablas y gráficos que seguidamente nos permitirán establecer el régimen de los trabajos mineros y el plan calendario.

5.2.1. ANÁLISIS MINERO GEOMÉTRICO POR EL MÉTODO DE LOS TRAPECIOS.

Para nuestro proyecto en estudio nos hemos basado en el Análisis Minero Geométrico por el Método de los Trapecios. Se efectuó sobre la base de los perfiles geológicos transversales característicos del yacimiento, determinando primeramente el número total de niveles o bancos en el mismo para luego clasificarlos en las cotas. (Ver Lámina 8).

Se continuó con el cálculo de las áreas en las cotas de los perfiles y se multiplicó por la distancia entre los respectivos cortes para tener como resultado el volumen tanto de mineral como de estéril.(VER ANEXO – LÁMINA 8).

5.2.2. PLAN CALENDARIO.

El Plan Calendario se lo ha desarrollado para el tiempo de vida de la cantera que es en un plazo de 7 años, ya que nos permite visualizar el avance del proyecto en la explotación.

PLAN CALENDARIO

| AÑOS | ETAPAS | ESTÉRIL (m³) | PRODUCCIÓN ANUAL DE ESTÉRIL (m³) | MINERAL(m³) | PRODUCCIÓN ANUAL DE MINERAL (m³) | TOTAL DE MASA ROCAS ANUAL (m³) |
|--------------|--------|--------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | I | 16862,71 | 16862,71 | | | 16862,71 |
| 2 | II | 16987,32 | 16987,32 | | | 16987,32 |
| 3 | II | 16498,77 | 16498,77 | 538,42 | 538,42 | 17037,19 |
| 4 | II | 10789,25 | 10789,25 | 2818,99 | 2818,99 | 13608,24 |
| 5 | III | 12120,64 | 12120,64 | 4712,38 | 4712,38 | 16833,02 |
| 6 | III | 7051,55 | 7051,55 | 8425,54 | 8425,54 | 15477,09 |
| 7 | III | 1281,83 | 1281,83 | 8506,07 | 8506,07 | 9787,9 |
| TOTAL | | | 81592,07 | | 25001,4 | 106593,47 |

OBSERVACIÓN: El presente plan calendario esta elaborado en base a métodos teóricos , por lo que en la práctica se determinará la producción anual real del estéril y mineral dependiendo básicamente de la demanda en el mercado, ya que en los primeros años nos tomará mayor tiempo en el destape del yacimiento para poder profundizarnos en el mismo en forma ordenada y técnica; luego de haber alcanzado por lo menos un 80% del destape y una estabilidad de los taludes en los bancos de trabajo y receso nos permitirá mantener la explotación del mineral fija o menor a los tres primeros años; con la finalidad de realizar estudios exploratorios para incrementar las reservas del mineral.

5.2.3. GRÁFICO DEL RÉGIMEN DE LOS TRABAJOS MINEROS.

El Gráfico del Régimen de los Trabajos se basa en los perfiles que representan los bancos del yacimiento. En la que se puede evidenciar claramente la cantidad de sobrecarga (estéril) que existe sobre el yacimiento, en comparación con la cantidad de mineral; en la que se puede apreciar que conforme se va progresando con la explotación hacia la cota inferior (1580m.s.n.m.) se va incrementando el volumen de estéril, lo que conlleva a mayor tiempo en las labores de destape del yacimiento en su totalidad.. (Ver anexos del capítulo)

5.2.4. TABLAS DE ÍNDICES POR ETAPAS DEL ANÁLISIS MINERO GEOMÉTRICO.

Las tablas elaboradas contienen como base los perfiles geológicos y de acuerdo a la explotación de cada banco conforme se avanza en el yacimiento con sus respectivas cotas. A continuación se describe como se obtuvieron las tablas, con Ejm: de cálculo tanto de mineral como de estéril. (Ver anexos del capítulo).

ETAPA I**ESTÉRIL**

COTA: 1624 – 1628

PERFIL 4

$$A = 67.56 \text{ m}^2$$

$$V = 67.56 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 1090.41 \text{ m}^3 .$$

COTA: 1620 – 1624

PERFIL 4

$$A = 134.93 \text{ m}^2$$

$$V = 134.93 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 2177.77 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 3

$$A = 74.87 \text{ m}^2$$

$$V = 74.87 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 1208.40 \text{ m}^3 .$$

COTA: 1616 – 1620

PERFIL 4

$$A = 190.89 \text{ m}^2$$

$$V = 190.89 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 3080.96 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 3

$$A = 106.35 \text{ m}^2$$

$$V = 106.35 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 1716.48 \text{ m}^3.$$

PERFIL 2

$$A = 58.97 \text{ m}^2$$

$$V = 58.97 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 951.77 \text{ m}^3.$$

COTA: 1612 – 1616

PERFIL 4

$$A = 192.73 \text{ m}^2$$

$$V = 192.73 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 3110.66 \text{ m}^3.$$

PERFIL 3

$$A = 138.46 \text{ m}^2$$

$$V = 138.46 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 2234.74 \text{ m}^3.$$

PERFIL 2

$$A = 80.02 \text{ m}^2$$

$$V = 80.02 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 1291.52 \text{ m}^3.$$

ETAPA III**MINERAL**

COTA: 1592 – 1596

PERFIL 4

$$A = 60.93 \text{ m}^2$$

$$V = 60.93 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 983.41 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 3

$$A = 111.45 \text{ m}^2$$

$$V = 111.45 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 1798.80 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 2

$$A = 101.82 \text{ m}^2$$

$$V = 101.82 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 1643.37 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 1

$$A = 17.77 \text{ m}^2$$

$$V = 17.77 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 286.80 \text{ m}^3 .$$

COTA: 1588 – 1592

PERFIL 4

$$A = 60.93 \text{ m}^2$$

$$V = 60.93 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 983.41 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 3

$$A = 111.45 \text{ m}^2$$

$$V = 111.45 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 1798.80 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 2

$$A = 122.49 \text{ m}^2$$

$$V = 122.49 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 11976.98 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 1

$$A = 54.78 \text{ m}^2$$

$$V = 54.78 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 884.14 \text{ m}^3 .$$

COTA: 1584 – 1588

PERFIL 4

$$A = 60.93 \text{ m}^2$$

$$V = 60.93 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 983.41 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 3

$$A = 111.45 \text{ m}^2$$

$$V = 111.45 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 1798.80 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 2

$$A = 122.49 \text{ m}^2$$

$$V = 122.49 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 11976.98 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 1

$$A = 54.78 \text{ m}^2$$

$$V = 54.78 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 884.14 \text{ m}^3 .$$

COTA: 1584 – 1588

PERFIL 4

$$A = 60.93 \text{ m}^2$$

$$V = 60.93 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 983.41 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 3

$$A = 111.45 \text{ m}^2$$

$$V = 111.45 \text{ m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 1798.80 \text{ m}^3 .$$

PERFIL 2

$$A = 122.49 \text{ m}^2$$

$$V = 122.49\text{m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 11976.98 \text{ m}^3.$$

PERFIL 1

$$A = 54.78\text{m}^2$$

$$V = 54.78\text{m}^2 * 16.14 \text{ m}$$

$$V = 884.14 \text{ m}^3.$$

CAPITULO VI

6.1. ELECCIÓN DEL EQUIPO Y MAQUINARIA.-

Para la mecanización de los trabajos mineros se utilizan diferentes máquinas y equipos para optimizar los trabajos de acuerdo a la producción requerida, para su normal explotación del yacimiento, los mismos que van a estar en directa correlación con los parámetros de diseño de la cantera, cantidad de volumen de material rocoso a desplazar, la topografía del área y las propiedades de las rocas.

Para elegir correctamente la maquinaria y equipo es necesario conocer con exactitud las condiciones en que se va a utilizar y los objetivos que se desean alcanzar con su empleo; por lo tanto para el desarrollo de los trabajos tanto como estéril y de mineral se emplearán máquinas y equipos para el laboreo de canteras netamente específicos para trabajos mineros, distribuyéndolos de la siguiente manera:

6.2. CÁLCULOS DEL NÚMERO DE MAQUINARIA A EMPLEAR PARA CARGA Y TRANSPORTE DE ESTÉRIL Y MINERAL.

6.2.1. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE CARGA:

☞ PRODUCTIVIDAD TEÓRICA:

$$Q_t = 60 * E * N_z$$

Donde:

N_z = número de cucharas descargadas en un minuto

E = capacidad del cucharón (m^3)

T_c = tiempo que dura el ciclo (seg.)

$$N_z = \frac{60}{T_c}$$

$$N_z = \frac{1}{5}$$

$N_z = 1$ por minuto.

$$Q_t = 60 * 1.5 m^3 * 0.2 .$$

$$Q_t = 18 m^3 / h$$

☞ RENDIMIENTO TÉCNICO:

$$Q_{tec} = Q_t * \frac{K_{ll} * T_t}{K_s * [(T_t + T_p)]}$$

Donde:

K_{ll} = (0.8) coef. de llenura del cucharón

T_t = Tiempo de turno/día

T_p = Tiempo de pérdida durante el trabajo

K_s = 1.6 coef. de esponjamiento

$$Q_{tec} = 18 \text{ m}^3 / \text{h} * \frac{0.8 * 8\text{h}}{1.6 * [(8\text{h} + 1\text{h})]}$$

$$Q_{tec} = 8 \text{ m}^3/\text{h}$$

☞ RENDIMIENTO DE EXPLOTACIÓN:

$$Q_{ex} = Q_{tec} * T_t * K_u$$

Donde:

K_u = (0.9) coef. de utilización de la cargadora

$$Q_{ex} = 8 \text{ m}^3/\text{h} * 8\text{h} * 0.9$$

$$Q_{ex} = 57.6 \text{ m}^3/\text{turno.}$$

☞ NÚMERO DE CARGADORAS:

$$N_{ex} = \frac{\text{Producción / turno}}{Q_{ex}}$$

$$N_{ex} = \frac{64 m^3}{57.6 m^3}$$

$N_{ex} = 1.11 \approx$ Por lo tanto asumimos la adquisición de **1 Cargadora**.

OBSERVACIÓN.- El rendimiento de explotación de la cargadora esta considerando la producción de masa rocosa por día.

6.2.2. CÁLCULOS DE LOS PARÁMETROS DE TRANSPORTE:

☞ CAPACIDAD DEL VOLQUETE (q):

$$V_r = V_g * K_{ll}$$

$$q = V_r * \delta_s \text{ (Peso Volumétrico-Estéril)}$$

$$V_r = 5 m^3 * 0.8$$

$$q = 4 m^3 * 2.41$$

$$V_r = 4 m^3$$

$$q = 9.64 Tn$$

☞ TIEMPO DE CICLO:

$$T_{ciclo} = T_{carga} + T_{vc} + T_{vv} + T_{desc} + T_{impr}$$

$$T_{carga} = \frac{V_r}{V_c * K_{ll}} * t_{cc} \text{ arg.}$$

$$T_{carga} = \frac{4 m^3}{2 m^3 * 0.80} * 60$$

$$T_{carga} = 150 \text{ seg} = 2.5 \text{ min.}$$

- T_{vc} = Tiempo de viaje cargado.
- V_c = Capacidad del cucharón.
- T_{carga} = Tiempo de la cargadora en llenar el camión.

$$T_{vc} = 60 * \frac{\text{Longit. cargado}}{V. \text{ de viaje cargado}}$$

Donde:

Long.cargado = Distancia por recorrer.

V. de viaje cargado= Velocidad del vehículo.

$$T_{vc} = 60 * \frac{1Km}{16 Km/h}$$

$$T_{vc} = 3.75 \text{ min.}$$

- T_{vv} = Tiempo de viaje descargado.

$$T_{vv} = 60 * \frac{1Km}{25Km/h}$$

$$T_{vv} = 2.4 \text{ min.}$$

- T_{desc} = Tiempo de descarga.

$$\text{Elevación hidráulica} = 150 \text{ seg.}$$

$$\text{Bajada hidráulica} = 30 \text{ seg.}$$

$$T_{desc} = 180 \text{ seg} \approx 3 \text{ min}$$

- T_{impr} = Tiempo complementario.

$$\text{Tiempo durante la carga} = 40 \text{ seg.}$$

$$\text{Tiempo durante la descarga} = 50 \text{ seg.}$$

$$T_{impr} = 1.5 \text{ min}$$

$$T_{ciclo} = T_{carga} + T_{vc} + T_{vv} + T_{desc} + T_{impr}$$

$$T_{ciclo} = 2.5 + 3.75 + 2.4 + 3 + 1.5$$

$$T_{ciclo} = 13.15 \text{ min.}$$

☞ RENDIMIENTO TEÓRICO:

$$R_{\text{teor.}} = 60 * \frac{V}{\text{tciclo}}$$

Donde:

V= Volumen del balde (capacidad)

$$R_{\text{teor.}} = 60 * \frac{5 \text{ m}^3}{13.15 \text{ min } t.}$$

$$R_{\text{teor.}} = 22.81 \text{ m}^3$$

☞ RENDIMIENTO TÉCNICO:

$$R_{\text{tecn.}} = R_{\text{teor.}} * K_s$$

Donde :

$$K_s = \frac{K_{ll}}{K_{espoj.}}$$

$$K_s = \frac{0.80}{1.6}$$

$$K_s = 0.5$$

$$R_{\text{tecn.}} = 22.81 \text{ m}^3/\text{h} * 0.5$$

$$R_{\text{tecn.}} = 11.40 \text{ m}^3/\text{h}$$

☞ RENDIMIENTO PRÁCTICO:

$$R_{\text{práct.}} = R_{\text{tecn.}} * N_n$$

Donde:

N_n = coeficiente de utilización del volquete (60%)

$$R_{\text{práct.}} = 11.40 \text{ m}^3/\text{h} * 0.60$$

$$R_{\text{práct.}} = 6.84 \text{ m}^3/\text{h}.$$

☞ RENDIMIENTO DIARIO:

$$R_{\text{diar.}} = R_{\text{práct.}} * 8 \text{ h/tur.}$$

$$R_{\text{diar.}} = 6.84 \text{ m}^3/\text{h} * 8 \text{ h/tur.}$$

$$R_{\text{diar.}} = 54.72 \text{ m}^3/\text{día.}$$

☞ NÚMERO DE VOLQUETES:

$$\text{Nro. De volquetes} = \frac{V. \text{ Total de estéril diario}}{R. \text{ diario}}$$

$$\text{Nro. De volquetes} = \frac{48 \text{ m}^3/\text{día.}}{54.72 \text{ m}^3/\text{día.}}$$

$$\text{Nro. De volquetes} = 0.87 \approx \text{Por lo tanto asumimos la adquisición de } \mathbf{1 \text{ Volquete.}}$$

6.3. ELECCIÓN DE MAQUINARIA PARA EL ARRANQUE DE MINERAL.

Para elegir la máquina perforadora más conveniente para el arranque del mineral hemos tomado en consideración aspectos fundamentales, tales como: altura de los bancos, longitud del bloque, diámetro de los taladros (calas), rendimiento, velocidad de perforación, capacidad de desplazamiento, entre otros.

Para los trabajos de perforación se contará con un Trak Drill marca Atlas Copco, modelo ROC 301, en el cual la tracción y los movimientos del brazo son accionados por un sistema hidráulico central trabaja normalmente en calas de 35 a 102 mm de diámetro con ayuda de un Compresor compatible Atlas Copco XRVS 445.

Los mismos que cumplen con los requerimientos y recomendaciones técnicas para los trabajos de arranque. Este Track Drill trabajará utilizando barras de extensión de 3 m., la cual puede llegar a perforar hasta 13 m de profundidad. El compresor puede ser trasladado por el mismo Track Drill hasta el lugar de trabajo. Esta perforadora utiliza un martillo de rotopercusión.

6.3.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

| | | |
|--|--|-----------------------|
| PERFORADORA | | ROC 301-05 |
| DESLIZADERA DE CADENA | | BMM 35K 115 |
| CONSUMO DE AIRE A 6 BARES | | |
| 87 lbs/pulg ² duranela perforación: | | |
| sin colector de polvo | | 230 l/s |
| con colector depolvo | | 2551 l/s |
| tipo de colector de polvo | | DCT 50-02 |
| PESOS | | |
| sin deslizadera ni perforadora | | 6395 lbs |
| con deslizadera y perforadora | | 7480 lbs |
| DESLIZADERA DE CADENA | | |
| longitud total de la deslizadera | | 5430 mm |
| avance efectivo | | 4075 mm |
| fuerza de avance | | 1770 lbs |
| PESOS | | 365 kg |
| BARRAS DE EXTENSIÓN | | 32 X 3050 mm |
| ADECUADAS | | 1 1/4 pulg. X 10 pies |

PERFORADORA ATLAS COPCO ROC – 301

6.3.2. OPTIMIZACIÓN DE LA PERFORADORA ROC- 301 – ATLAS COPCO:

Nuestra área minera de explotación tiene por objeto la extracción de la materia prima (Yeso) para la fabricación de cemento, fertilizantes, abonos, entre otros; por lo tanto se requiere que los trabajos de perforación y voladura sean los más tecnificados y óptimos para su extracción dependiendo directamente de sus propiedades físico mecánicas del mineral.

La elección de la perforadora ROC 301 se debe principalmente al rendimiento al cual va a estar requerida en el área y objetivamente para evitar el trozamiento secundario que aumenta las pérdidas de tiempo para las labores de carga y transporte del mineral.

Por lo que tenemos que existe un margen grande de desconocimiento sobre los parámetros técnicos de perforación y en forma resumida de todos los trabajos de explotación del material que se debe seguir para obtener mayores resultados. Llegando a la conclusión que la perforadora ROC 301 una vez analizados las condiciones de trabajo de perforación se obtendrán una mayor cantidad de extracción de mineral con un gran rendimiento y eficiencia y por ende realizar los reajustes necesarios de acuerdo a lo establecido por las ventajas que ofrece la perforadora, esto es, en lo referente a los cálculos de perforación y voladura con sus respectivos pasaportes que se han determinado en el capítulo anterior.

Con la perforadora se conseguirá una mejor extracción del mineral permitiendo que:

- ☞ El material a obtener será óptimo y acorde a las condiciones técnicas para su beneficio que será complementado con una voladura eficiente del mineral.
- ☞ El material presentará un menor porcentaje de dilución.
- ☞ La perforadora ROC 301 desarrollará los trabajos de arranque de mineral de la forma más adecuada y técnica, eliminándose los trabajos de trozamiento secundario.
- ☞ La capacidad de la Perforadora ROC 301 posee una capacidad técnica de rendimiento de trabajo acorde a las condiciones del yacimiento evitando mayor tiempo de perforación y voladura y consecuentemente mejorando los trabajos de carga y transporte y aplicando más tiempo en los trabajos de seguridad de la cantera (Estabilización de taludes de la cantera).

Considerando estos aspectos se logrará un mayor aprovechamiento del mineral en material que será apto para comercializar y bajo condiciones técnicas requeridas.

6.4. ELECCIÓN DE MAQUINARIA PARA CARGA Y TRANSPORTE DE ESTÉRIL Y MINERAL:

Para esta elección tomamos como base los parámetros técnicos del banco y las propiedades físico-mecánicas de las rocas. La elección de la maquinaria se empezará inicialmente con la empleada para el arranque del estéril, que específicamente será un tractor CAT D5G; que es el que se ajusta a las condiciones técnicas requeridas.

Se procede a realizar los cálculos con dicha máquina, los mismos que son:

Distancia promedio 1000 m

Velocidad promedio de avance 9 Km/h.

Tiempo de avance (Ta):

$$Ta = e/v$$

$$Ta = 1/90$$

$$Ta = 0.11 \text{ h} = 6.6 \text{ min} = 7'$$

-TIEMPO DE RETORNO:

Velocidad promedio de retorno 11 Km/h

$$Tr = e/v$$

$$Tr = 1 / 11$$

$$Tr = 0.09 \text{ h} = 5.4 \text{ min} = 5'$$

-TIEMPO DE PÉRDIDA:

$$Tp = 1'$$

-TIEMPO DE UN CICLO:

$$Tc = Ta + Tr + Tp$$

$$Tc = 7' + 5' + 1'$$

$$Tc = 13 \text{ min.}$$

-NÚMERO DE CICLO POR DÍA:

$$N_c = T_{\text{turno}} / T_c * 0.5$$

Tturno= Tiempo turno por día = 8 horas = 480 min

$$N_c = 480 / 13 * 0.5$$

$$N_c = 18.4 = 18 \text{ ciclos}$$

-CAPACIDAD DE EMPUJE:

Ce = ancho * altura * profundidad de la hoja del buldozer

$$C_e = 3.25 \text{ m} * 1.15 \text{ m} * 0.80 \text{ m}$$

$$C_e = 2.99 \text{ m}^3$$

-VOLUMEN EXCAVADO POR DÍA:

$$V_e = N_c * C_e.$$

$$V_e = 18 * 2.99 \text{ m}^3.$$

$$V_e = 53.82 \text{ m}^3.$$

OBSERVACIÓN.- Este cálculo corresponde solo al movimiento del estéril por día del buldózer CAT D5G.

Para el cargado del mineral y de estéril desde los frentes de trabajo se elige la Cargadora CAT 939C orugas. Esta máquina será utilizada para trabajar en dependencia del volumen del mineral y también cumplirá las veces de transporte de mineral por encontrarse a una distancia mínima al lugar de almacenamiento de yeso.

Tiempo de ciclo de carga: 2 min.

Tiempo de viaje cargado: 5 min.

Tiempo de viaje vacía: 2 min.

Tiempo de descarga: 1 min.

Tiempo de pérdidas: 1 min.

Tiempo total de ciclo: 11 min.

Capacidad de carga: 1.5 m³

-NÚMERO DE CICLO POR DÍA :

$$N_c = T_{\text{ciclo}} * 0.8$$

$$N_c = 11 * 0.8$$

$$N_c = 8.8 = 9 \text{ ciclos.}$$

-VOLUMEN TRASLADADO POR DÍA:

$$V_t = N_c * 1.5 \text{ m}^3$$

$$V_t = 9 * 1.5 \text{ m}^3$$

$$V_t = 13.5 \text{ m}^3/\text{día.} = 14 \text{ m}^3/\text{día.}$$

OBSERVACIÓN.- Estos cálculos corresponden solo al cargado y traslado de mineral de la Cargadora desde el frente al stock de mineral.

Para el transporte se consideraron las producciones de estéril y de mineral a igual que la potencia necesaria para que la máquina pueda superar las pendientes por donde se va a desplazar, así mismo se tomó en cuenta el factor climatológico, entre otros. Por lo tanto la máquina que reúne estas condiciones es un volquete FORD, el mismo que esta previsto trabajar sin ningún contratiempo para las labores de transporte de estéril a la escombreras interna y externa, conjuntamente con el transporte del mineral; llegando a obtener un óptimo rendimiento en todas las actividades mecánicas a desarrollarse en la cantera.

6.4.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA PARA ARRANQUE DE ESTÉRIL - CARGA Y TRANSPORTE DE LAS LABORES MINERAS EN GENERAL:

- TRACTOR CATD5G:

| | |
|------------------------------|---------------|
| TRACTOR DE CADENAS | D 5 G |
| ALTURA | 2775 m m |
| LONGITUD TOTAL | 3620 m m |
| ANCHO | 1980 m m |
| ESPACIO LIBRE SOBRE EL SUELO | 360 m m |
| POTENCIA NETA | 67 Kw |
| PESOS | |
| Peso en orden de trabajo XL | 7855 kg |
| DESGARRADOR | |
| Tipo | Paralelogramo |
| MODELO DEL MOTOR | 3046 T |

TRACTOR CATD5G**- CARGADORA CAT939C DE ORUGAS:**

| | |
|---|---------|
| CARGADORA CAT DE ORUGAS | 939C |
| MOTOR | |
| Modelo | 3046 T |
| Fuerza Neta | 67 kw |
| Cilindrada | 5 L |
| PESO | |
| Peso en orden de trabaj | 9484 Kg |
| ESPECIFICACIONES EN ORDEN DE TRABAJO | |
| Capacidad del cucharon | 1,5 m |
| Altura carga | 2677 mm |
| Altura máxima en orden de trabajo | 4384 mm |
| DIMENSIONES | |
| Altura | 2766 mm |
| Ancho | 2160 mm |
| Longitud Total | 4359 mm |

CARGADORA CAT 939 C**- VOLQUETE FORD 500:**

| VOLQUETE | |
|---|------------------|
| POTENCIA DEL MOTOR | 250hp |
| VELOCIDAD MAXIMA DE DESPLAZAMIENTO | 50 km/h |
| VELOCIDAD MINIMA DE DESPLAZAMIENTO | 6 km/h |
| CAPACIDAD DEL CAJON | 5 metros cúbicos |
| LONGITUD TOTAL | 4m |
| ANCHO TOTAL | 3 m |
| RADIO DE GIRO | 8 m |



OBSERVACIÓN.- La maquinaria elegida en el proyecto no necesariamente es la indispensable y fundamental para el desenvolvimiento del mismo, sino que es susceptible a modificarse ya que de no encontrarse en el mercado local ni nacional, se tiene un sinnúmero de maquinaria minera, marca, modelos y tipos que cumplen con las condiciones técnicas para nuestro trabajo como son: capacidades de producción de trabajo, capacidades de carga y rendimiento. Por lo tanto se concluye que en nuestro mercado local existe un amplio stock de maquinaria para ingeniería de campo, por lo que se puede cambiar tomando en consideración todos los parámetros técnico – mineros de explotación de la cantera.

6.5. ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS MINEROS.

Una correcta organización de los trabajos, se logra cuando se determina con exactitud el tiempo que ocupa cada actividad y se coordina su cumplimiento en dicho tiempo. Para la organización es necesario establecer normas y procedimientos que sean coherentes con las actividades a realizarse.

6.5.1. PARA LOS TRABAJOS DE DESTAPE Y PREPARACIÓN.

6.5.1.1. EN LOS TRABAJOS DE DESTAPE.

☞ TRABAJOS DE DESBROCE Y REMOCIÓN DE VEGETACIÓN.

Esta actividad se la efectuará antes de las operaciones de destape, con la finalidad de dejar sin cobertura vegetal la cantera y así aprovechar la madera que resulta de la tala de los árboles. Para esta operación es necesaria la utilización de una motosierra, machetes y una cuadrilla de trabajadores. Estos trabajos se los realizarán en un tiempo no mayor a 2 días, por existir la escasa presencia de árboles y vegetación, lo que será necesaria la utilización de esta cuadrilla o personal que labora en la mina.

De igual forma se trasladará la cobertura vegetal hacia la escombrera externa donde será almacenada en un lugar específico e inamovible ya que al final del tiempo de vida de la cantera, se colocará de nuevo al lugar de donde fue extraída, por lineamientos y normas ambientales.

☞ EVACUACIÓN DE ESTÉRIL.

Para la evacuación de estéril inicialmente, se utilizará el tractor de cadenas CAT D5G, el mismo que removerá y trasladará el material estéril a una distancia promedio de 50 m. del frente de destape, para de ahí ser cargado por medio de la cargadora CAT 939 C en el volquete FORD para ser transportada en dirección hacia la escombrera interna ubicada en el sector noreste de la cantera. Se recomienda siempre trabajar con una pendiente de 15-20 % para aprovechar la fuerza de gravedad, la misma que permitirá notablemente aumentar el rendimiento de la máquina. Esta operación requiere del operador del tractor y un ayudante.

Conforme se desarrollen los trabajos de destape del yacimiento y de acuerdo a las condiciones que presente la cantera se optará por omitir el traslado del material por medio del volquete hacia la escombrera interna, ya que se llegará a un nivel en el que se podrá comunicar directamente el destape de la sobrecarga con la escombrera interna, con lo que el material será transportado por medio del bulldózer hacia la misma.

Mientras que la cargadora CAT 939 C junto con el volquete FORD se encargará del traslado del estéril de la escombrera interna hacia la escombrera externa que se ubica fuera de los límites de la cantera a una distancia no mayor de 500 a 1000m.

☞ TRABAJOS DE LIMPIEZA DE LOS BANCOS Y ORDENACIÓN DE LAS ESCOMBRERAS.

En estas actividades se requerirá de la utilización de la cargadora CAT 939 C la misma que se encargará de remover los materiales acumulados en las plataformas de trabajo en las labores de destape, manteniendo en buenas condiciones los taludes y los bancos para una mayor optimización de éstas labores. Así mismo cuando el tractor no este acumulando estéril en la escombrera ni en la plataforma de destape, la pala se encargará de ordenar el estéril en la escombrera evitando la obstrucción de las vías de acceso a la misma y al yacimiento. En esta actividad se emplea al operador de la pala y un ayudante. Este trabajo se lo ejecutará cuando la pala termine el traslado del mineral hacia el sitio de almacenamiento o stock, el traslado del mineral hacia el lugar del almacenamiento no será mayor a 150m. En caso de ser mayor ésta distancia se utilizará el volquete para el transporte del mineral.

6.5.1.2. EN LOS TRABAJOS DE PREPARACIÓN DEL YACIMIENTO.

Como se mencionó en los capítulos anteriores, el yacimiento ya ha sido laborado con anterioridad, por lo que ya existe el acceso directo al yacimiento, lo que no es necesaria la realización de trincheras de corte que conecten al mismo.

Para las actividades de preparación del yacimiento se limitarán a la limpieza y mantenimiento de la vía de acceso al cuerpo mineral. Así mismo se llevará a cabo la limpieza del yacimiento quedando en condiciones adecuadas y factibles para obtener un mejor rendimiento en las labores de arranque del mineral, facilitando el acceso de forma rápida de la perforadora para la ejecución de los trabajos de perforación. Estos trabajos se los llevará conjuntamente con la limpieza de los bancos y ordenación de las escombreras.

6.5.2. PARA LOS TRABAJOS DE ARRANQUE DE MINERAL.

6.5.2.1. TRABAJOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA.

Una vez realizada la preparación del yacimiento y dispuesto el frente de ataque se comenzará con los trabajos de arranque, lo que nos permitirá en forma sistemática y ordenada efectuar el arranque del mineral útil con las dimensiones establecidas para el transporte. Para estas labores de perforación y voladura se tomaron muy en cuenta los análisis físico – mecánicos , que se realizó al mineral (yeso), lo que nos permitió determinar y conocer el grado de fortaleza de la misma, procediendo posteriormente a elegir la maquina más conveniente para la extracción del mineral.

Para los trabajos de perforación se empleará la maquina perforadora ATLAS COPCO ROC - 301, perforando barrenos de 4 m. de profundidad con un diámetro de 64mm. En base a la práctica y características de la sobrecarga y mineral serán necesarias perforaciones semanales de 18 calas cada una. Para esta actividad se empleará el perforador y un ayudante.

Para los trabajos de voladura se empleará EXPLOGEL I 2''/8'' como iniciador del Anfo Normal, con cordón detonante de 5 gr y un fulminante número 8 encendido con mecha de seguridad con su respectivo microretardo de 25 mlseg.

Las voladuras se realizan cada semana, lo que nos asegura el material necesario para abastecer la demanda actual de mineral. En esta actividad se necesita también del artillero o del técnico del proyecto que será encargado de cargar los huecos y encender la red.

Tanto para las labores de perforación y voladura se tiene planificado realizar en cualquier de los 2 últimos días a la semana, indicando que se pueden llegar a realizar hasta 2 o 3 voladuras por jornada, que no afectaría de ninguna manera a la producción de mineral planificada para la explotación.

6.5.3. TRABAJOS DE CARGA Y TRANSPORTE.

Estos procesos son los encargados de trasladar el mineral (yeso) del frente de explotación hacia el stock del mineral; como también para el desalojo del material estéril a las escombreras. Para los trabajos de traslado del mineral utilizaremos la cargadora CAT939 C y de ser necesario el volquete FORD, ya que el stock se ubica a una distancia adecuada para que la pala realice simultáneamente el cargado y traslado del mineral sin mayores inconvenientes. Una vez almacenado el mineral será cargado a los camiones de transporte hacia las empresas cementeras, industriales entre otras, para lo cual se emplearán de ser necesarias las carretillas o de lo contrario la pala cargadora lo realizará de manera más conveniente y técnica.

Mientras que para el desalojo del estéril se empleará el buldózer D5G, conjuntamente con la pala cargadora y el volquete, el cual será llevado a las escombreras respectivas para su almacenamiento ordenado. Puntualizando que, cuando la escombrera interna no tenga el suficiente espacio para almacenar el estéril; se empezará a trasladar el estéril hacia la escombrera externa que es de mayor capacidad de almacenamiento.

Estas labores de carga – transporte de estéril y mineral se planificó para un tiempo de 5 días por semana, señalando que por el volumen de estéril mayor al de mineral en relación (3-1) se emplearán por lo menos 3 días solo para las labores de destape, carga y traslado de estéril y 2 días para el cargado y traslado de mineral.

OBSERVACIÓN.-La organización y planificación de todas las labores de la cantera descritas en la explotación de yeso, pueden someterse a variación de acuerdo a los requerimientos y necesidades de la demanda principalmente del yeso, tomando en consideración sus producciones planificadas como mínimas; por lo que la organización y coordinación de todas las actividades son un lineamiento base a seguir para todas las labores mineras a ejecutarse en la explotación mineral.

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE ARRANQUE DE MINERAL
ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA

| ACTIVIDADES | ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | SÁBADO (HORAS) | | | | | | | | DOMINGO (HORAS) | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Limpieza del Lugar | █ | | | | | | | | █ | | | | | | | | |
| Perforación | | █ | | | | | | | | █ | | | | | | | |
| Cebado | | | █ | | | | | | | | █ | | | | | | |
| Cargado | | | | | █ | | | | | | | | █ | | | | |
| Retacado | | | | | | █ | | | | | | | | █ | | | |
| Tendido de la Red | | | | | | | █ | | | | | | | | █ | | |
| Voladura | | | | | | | | █ | | | | | | | | █ | |

OBSERVACIÓN.- Los cuadros nos representan la organización práctica de todos los trabajos que se desarrollaran en la cantera. Ya que por las condiciones que dadas tanto del estéril y el mineral y sus debidas justificaciones en el capítulo 6, no permiten tener una producción diaria del mineral.

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CARGA Y TRANSPORTE DEL ESTÉRIL

| TIEMPO ACTIVIDAD | DIARIO (DOMINGO - LUNES – MARTES – MIERCOLES) | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|--------|---------|---------|------------|----------------------|---------|---------|---------|--|
| | MAÑANA(HORAS) | | | | DESCANSO | TARDE (HORAS) | | | | |
| | 8 - 9 | 9 - 10 | 10 - 11 | 11 - 12 | 12 - 13 | 13 - 14 | 14 - 15 | 15 - 16 | 16 - 17 | |
| CARGADO DE ESTÉRIL | ████████████████████ | | | | | ████████████████████ | | | | |
| TRANSPORTE DE ESTÉRIL | ████████████████████ | | | | | ████████████████████ | | | | |
| DESCANSO | | | | | ██████████ | | | | | |
| ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE | | | | | ██████████ | | | | | |

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CARGA Y TRANSPORTE DEL MINERAL

| TIEMPO ACTIVIDAD | DIARIO (JUEVES – VIERNES) | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|--------|---------|---------|------------|----------------------|---------|---------|---------|--|
| | MAÑANA(HORAS) | | | | DESCANSO | TARDE (HORAS) | | | | |
| | 8 - 9 | 9 - 10 | 10 - 11 | 11 - 12 | 12 - 13 | 13 - 14 | 14 - 15 | 15 - 16 | 16 - 17 | |
| CARGADO DE MINERAL | ████████████████████ | | | | | ████████████████████ | | | | |
| TRANSPORTE DE MINERAL | ████████████████████ | | | | | ████████████████████ | | | | |
| DESCANSO | | | | | ██████████ | | | | | |
| ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE | | | | | ██████████ | | | | | |

CAPITULO VII

VALORACIÓN TÉCNICA DEL IMPACTO AMBIENTAL

7.1.CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO.-

7.1.1. MEDIO FISICO.

Puede ser entendido como el conjunto del ambiente definido por las relaciones entre materiales terrestres de composición predominantemente abiótica (suelo, rocas, agua, aire) con tipos naturales de energía incluyendo las modificaciones resultantes de la acción biológica y humana. El proceso del medio físico se explica como una sucesión de fenómenos producida por la interacción de materiales con tipos naturales de energía, pudiendo ser deflagrado, ampliado, acelerado o retardado por agentes físicos, químicos, biológicos (flora o fauna) o humanos en determinado ambiente.

Se considera para el estudio de impacto ambiental, tal como se desarrolla en el ambiente.

7.1.1.1. CLIMA.

En la zona de influencia del área de estudio para fines de caracterización del clima, se ha tomado como **Estación Base la ubicada en Malacatos**, la cual se ha tomado como período registrado de 10 años de 1984 – 1994. La temperatura media anual es de 20.7° C. La precipitación en los meses más lluviosos comprende entre Octubre-Mayo, estos meses son muy críticos debido a que se imposibilita el transporte, mientras que los meses de verano comprende entre Junio-Octubre.

La precipitación del área presenta un valor de 82.7 mm., mientras que el mes más seco es Febrero con un valor promedio de 17.3 mm. La clasificación climática según Köppen para nuestra área minera "Jabonillo" corresponde a la zona geográfico-climática Subtropical-Húmeda, lo cual corresponde a un tipo de clima de Verano Seco Caluroso (Cs) que se caracteriza por sus precipitaciones periódicas con veranos durante el año. Dentro de las características ecológicas de la zona en lo que se refiere a la formación ecológica según Köppen corresponde al Bosque Seco-Montano Bajo.

7.1.1.2. SUELO.

El suelo originado por la descomposición de rocas subyacentes que se sitúan a la superficie por efectos, cambios de temperatura, aguas, vientos y bacterias como cuerpo natural que contiene elementos necesarios para la flora. El estudio de suelos parte de la descripción y caracterización de los niveles u Horizontes Superficiales (Epipedones) y Horizontes Sub-Superficiales. Así tenemos los tipos suelos presentes en el área que son: suelo arenoso, suelo franco-arenoso.

☞ TIPOS DE SUELO.

-Suelo Arenoso (Ao).

Característica del sector en altitudes comprendidas entre los 1500 y 2500 m.s.n.m., pertenecen al grupo de los suelos granulares. Posee un porcentaje mayor al 60% de partículas de tamaño comprendidas entre 0.076 y 2.03 mm (tamaño del cedazo No. 200 y No.10).

-Suelo Franco-Arenoso (FoAo).

Son de textura gruesa y están compuestos de arcilla entre el 17 al 27% de limo, del 28 al 50% de arena, y del 23-52% generalmente. Se tiene 5'776.647 granos en un gramo de este tipo de suelo con partículas de tamaño comprendido entre 0.0006 y 0.076 (tamaño del cedazo No. 270). Básicamente los tipos de suelo relacionados al área del proyecto están comprendido en limo y arcilloso, que se destacan en el siguiente cuadro de análisis de suelo.

ANÁLISIS DE SUELO DE LA PARROQUIA MALACATOS

| Parámetros | Unidad | Cantidad | Interpretación |
|-------------------------------|--------|----------|----------------------------------|
| N | Ug/ml | 18.00 | Muy bajo |
| P ₂ O ₅ | Ug/ml | 16.00 | Bajo |
| K ₂ O | Ug/ml | 144.00 | Medio |
| Clase Textural | | | |
| Arena | % | 36.00 | Muy bajo Ligeramente alcalino |
| Limo | % | 28.56 | |
| Arcilla | % | 35.44 | |
| Materia orgánica | % | 01.44 | |
| PH | 1 : 25 | 07.33 | |

7.1.1.3. HIDROGRAFÍA.

El área minera "Jabonillo" por su ubicación no presenta redes de drenaje de ríos y quebradas por lo que los trabajos se realizarán en seco. Por lo tanto, no se tomaron datos de análisis de aguas para el área del proyecto.

Podemos citar que la quebrada más cercana al área y que se activa en la temporada de invierno es la Quebrada Santo Domingo que tiene una distancia aproximada de 168 m, de recorrido en la parte baja; sin afectar el in situ donde se efectuarán las labores de extracción de mineral, como también de carga y transporte.

7.1.1.4. PAISAJE.

Los cambios no deseados en el paisaje son la causa de percepción negativa de individuos o grupos sociales. El caso más típico en la explotación minera en yacimientos a cielo abierto es la alteración de las formas de relieve lo que es fuente de impacto visual, así tenemos: el amontonamiento de los estériles, el amontonamiento de mineral producto de la extracción, entre otros.

La disparidad de las formas geométricas de los frentes y las formas del relieve del entorno, la desigualdad de color y brillo entre las partes libres de roca y los matices verdes del paisaje natural son causas importantes de esa apreciación negativa. La magnitud del impacto visual de los volúmenes de roca apilado y suelo movido, entre otros factores dan la importancia de este impacto, la cual también dependerá de la cantidad de personas que observen y de la percepción del paisaje.

En el área de estudio existen elevaciones que sobrepasan los 50 metros siendo un área formada por un relieve irregular y ondulado con pocos sectores planos muy escasos.

A la entrada del área se observa vegetación en una magnitud considerable a ambos lados de la vía y en la parte de la quebrada a una distancia de 1 Km., aproximadamente hasta llegar al frente de explotación. En el frente se puede apreciar que la vegetación es casi escasa, conllevando de alguna forma a la erosión del suelo y depreciación del paisaje.(1).

7.1.2. MEDIO BIOTICO.

Durante mucho tiempo el potencial minero del Ecuador se ha concentrado en determinadas zonas del país y se ha circunscrito a la exploración y explotación de minerales determinantes en la economía nacional, como el petróleo y en menor escala el oro. Pero a lo largo del territorio nacional la explotación de yacimientos de yeso, caliza, cobre, arcilla, áridos de construcción se efectúan sin prever los riesgos ambientales y el ecosistema.

Generalmente el uso inadecuado de mecanismos y métodos de estos pequeños artesanos repercuten en consecuencias ambientales negativas a corto y mediano plazo. A estos daños ambientales se suman los impactos en los hábitat terrestre, acuático, flora, fauna. En si la minería así concebida, pone en serios problemas la biodiversidad biológica.

Dentro de esta realidad minera se enmarca la explotación de yacimientos de yeso del área "Jabonillo" de la parroquia Malacatos, cantón Loja. Su explotación artesanal determina que el medio biótico sea alterado por diversas causas, lo que el presente trabajo enfoca, así, sus soluciones durante la Evaluación de Impactos Ambientales en el sector.

Dentro de la metodología aplicada para determinar el medio biótico, se ha recurrido a la información bibliográfica e investigación desarrollada en los habitantes del sector de estudio adicionalmente con la visita de campo, entrevista con los pobladores del sector y el Registro fotográfico.

(1)Referencia: Todo los datos del medio físico fueron tomados del Proyecto de Investigación de Yesos a Nivel de Prospección y Exploración. "Asociación Intecsa Ibergesa C.I.C. Área Milo. Cuenca de Malacatos. Febrero 1985. "Estudio de Consumo de Agua en el Cultivo de Soya bajo Riego por Surcos y Aplicación de Fertilizantes en Malacatos". Mario Gutiérrez, Mercy Torres. U.N.L. Facultad de Ciencias Agrícolas. Año 1997.

7.1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA FLORA.

El estado actual de la diversidad agroforestal del área de estudio, presenta las siguientes especies. (2).

| TIPO | NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|--|---------------------|---|
| PLANTAS EPÍFITAS | ☞ Guicundos. | ☞ (Bromeliaceae Tillandsia spp.) |
| | ☞ Orquídeas. | ☞ (Orchidaceae Epidendrum orchidaceae) |
| | ☞ Musgos. | ☞ (Musci spp.). |
| PLANTAS HERBÁCEAS | ☞ Hinojo. | ☞ (Apiaceae Foeniculum vulgare). |
| | ☞ Verbena. | ☞ (Verbenaceae Verbena litoralis). |
| ARBUSTIVO | ☞ Palo Bobo. | ☞ (Asteraceae Tetrasia integrifolia). |
| | ☞ Penca Blanca. | ☞ (Agavaceae Agave cernua). |
| | ☞ Tuna. | ☞ (Cactaceae Opuntia ficusindica). |
| | ☞ La Chilca. | ☞ (Asteraceae baccharis latifolia Pers.). |
| | ☞ Moshquera. | ☞ (Euphorbiaceae Croton wagneri). |
| | ☞ Higuera. | ☞ (Euphorbiaceae ricinus comunis). |
| | ☞ Sauco. | ☞ (Solanaceae Cestrum auriculatum). |
| | ☞ Matico. | ☞ (Piperaceae Piper aduncum). |
| ARBOREO | ☞ Faique. | ☞ (Mimosaceae Acacia macracantha). |
| | ☞ Cedrillo. | ☞ (Meliaceae Trichulia sp.). |
| | ☞ Porotillo. | ☞ (Fabaceae Cyathostegia mathewsii). |
| | ☞ Duco. | ☞ (Clusiaceae Clusia alata). |
| | ☞ Carrizo. | ☞ (Poaceae Arundo donax). |
| PLANTAS FRUTALES (Cítricos) | ☞ Naranja. | ☞ Aurantiaceae. |
| | ☞ Mandarina. | ☞ Citrus Nobilis. |
| | ☞ Limón. | ☞ ----- |
| | ☞ Papaya. | ☞ Papayaceae. |
| GRAMÍNEO | ☞ Caña de azúcar. | ☞ Saccharum officinalis. |
| | ☞ Maíz | ☞ Zea-Mays. |

7.1.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA.

Esta zona es conocida por la actividad de explotación de yeso lo cual constituye una de las principales fuentes de trabajo de los habitantes del sector y sus alrededores, la misma que crea acciones productivas para el hombre y que ejerce gran influencia en el medio ambiente.

El área de estudio pese a la alta degradación posee una gran cantidad de aves, pero no así de mamíferos y peces; estos últimos ha ido desapareciendo debido a que muchos años atrás y en especial en la actualidad se extrae yeso sin ninguna precaución.

Tenemos las siguientes especies de aves presentes en el área de estudio. (2).

ESPECIES DE AVES

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE ESPAÑOL | NOMBRE CIENTÍFICO |
|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Buitres Americanos | CATHARTIDAE |
| Gallinazo | Gallinazo negro | Coragyps atratus |
| | Gavilanes, águilas | ACCIPITRIDAE |
| Gavilán | Gavilán caminero | Buteo magnirostris |
| | Palomas, tortolas | COLUMBIDAE |
| | Paloma rojiza | Columba subvinacea |
| Paloma | Paloma grasnadora | Columbina cruziana |
| | Paloma frentigris | Leptotila rufaxilla |
| | Cuclillos | CUCULIDAE |
| Garrapatero | Garrapatero | Crotophaga ani |
| | Papamoscas | TYRANNIDAE |
| | Mosquerito olivirrayado | Mionectes olivaceous |
| | Mirlos, tordos | TURDIDAE |
| | Mirlo piquinegro | Turdus ignobilis |
| | Mirlo grande | Turdus fuscater |
| | Tangaras | THRAUPIDAE |
| | Tangara azuleja | Thraupis episcopus |
| | Dacnis azul | Dacnis cayana |
| | Mielero purpúreo | Cyanerpes caeruleus |
| | Dacnis ventriamarillo | Dacnis flavivent |
| | Tangara urraca | Cissopis leveriana |

☞ MAMÍFEROS.

Dentro de la identificación de mamíferos se recurrió a la investigación y consulta de los moradores y bibliografías existentes. (2).

ESPECIES DE MAMÍFEROS

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO |
|---------------------|--------------------------|
| Sarygueyas | DIDELPHIDAE |
| Guanchaca | Didelphys marsupials |
| Conejos | LEPORIDAE |
| Conejo de monte | Sylvilagus brasiliensis |
| Ardillas | SCIURIDAE |
| Ardilla | Sciurus spadiceus |

(2)Referencia: Todo los datos del medio biótico fueron tomados del Proyecto de Investigación de Yesos a Nivel de Prospección y Exploración. "Asociación Intecsa Ibergesa C.I.C. Área Milo. Cuenca de Malacatos. Febrero 1985. "Estudio de Consumo de Agua en el Cultivo de Soya bajo Riego por Surcos y Aplicación de Fertilizantes en Malacatos". Mario Gutiérrez, Mercy Torres. U.N.L. Facultad de Ciencias Agrícolas. Año 1997. "Planificación de una Empresa Comercializadora de Semilla de Fréjol para la Asociación de Productos Agropecuarios "El Chaupi".U.N.L. Facultad de Ciencias Agrícolas. Parroquia de San Pedro de Vilcabamba, Cantón Loja.

7.1.3. MEDIO SOCIO - AMBIENTAL.

Dentro del estudio correspondiente al área se ha obtenido datos reales gracias a la colaboración de instituciones sociales dedicadas a este trabajo como son: INEC, INNFA, ORI y otras.

7.1.3.1. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL ÁREA.

Para determinar las actividades productivas en lo que corresponde al área del proyecto se ha realizado una investigación previa a los moradores del sector en general ; teniendo como conclusión que la primera actividad que existe es la explotación de yeso, dedicándose a este trabajo en aproximadamente 6 concesiones mineras; seguidamente ubicamos la agricultura pero en una escala mínima como fuentes productivas más importantes del sector. (3)

7.1.3.2. ASENTAMIENTO HUMANO.

Para la valoración del asentamiento humano de la zona, se ha recurrido a la información correspondiente por el INEC de acuerdo al VI Censo de Población y Vivienda realizado el 25 de noviembre del 2001. En el área del proyecto se obtuvieron los siguientes resultados: (3)

☞ VIVIENDA

| TIPO DE CONSTRUCCIÓN | NUMERO DE VIVIENDAS |
|-----------------------------|----------------------------|
| Hormigón | 3 |
| Adobe | 6 |
| Mixtas | 5 |
| TOTAL | 14 |

PERSONAS POR VIVIENDA

| HABITANTES | NUMERO DE PERSONAS |
|--------------|--------------------|
| Hombres | 15 |
| Mujeres | 13 |
| Niños | 8 |
| TOTAL | 35 |

| NIVEL DE INSTRUCCIÓN | NUMERO DE PERSONAS |
|----------------------|--------------------|
| Primaria | 30 |
| Media | 5 |
| Superior | 0 |
| TOTAL | 35 |

| TRABAJO O EMPLEO | NUMERO DE PERSONAS |
|------------------|--------------------|
| Permanente | 5 |
| Temporal | 10 |
| Desempleo | - |
| TOTAL | 15 |

7.1.3.3. SERVICIOS BÁSICOS.

En el sector de estudio, se han determinado los siguientes servicios básicos:

| SERVICIOS BÁSICOS | NÚMERO DE VIVIENDAS |
|-------------------|---------------------|
| Energía Eléctrica | 10 |
| Agua entubada | 14 |
| Letrinas | 14 |

7.1.3.4. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.

☞ REDES VIALES.

La red vial comprende desde la vía principal Loja-Malacatos de primer orden, posteriormente una vía de tercer orden hasta llegar al sector, que posteriormente para llegar al yacimiento se tiene una vía de herradura, siendo muy transitable en tiempo de verano, mientras que en tiempo de invierno se dificulta el transporte.

☞ EDUCACIÓN.

Específicamente el sector adjunto a nuestra área se cuenta solo con una Escuela Primaria como Centro Educativo y un docente por el escaso número de niños, pero en el Sector "La Merced" donde existe la mayor presencia de habitantes, se cuenta con dos centros educativos primario y secundario, obras realizadas gracias al esfuerzo de los moradores del sector y apoyo del Consejo Provincial. Estos centros educativos se denominan: (3).

- ☞ Escuela Fiscal "Juan Francisco Rodríguez".
- ☞ Colegio Nacional "Emiliano Abendaño".

☞ SALUD.

Dentro del servicio médico dicho sector no cuenta con un Centro de Salud, solamente se cuenta con el Seguro Social Campesino que funciona en la Casa Comunal del sector "La Merced", el mismo que cuenta con un médico que los visita 2 días por semana que resulta insuficiente la atención a todos los moradores, lo que significa la creación de un nuevo sub-centro de Salud.

Pero en la parroquia de Malacatos si cuenta con un Centro de Salud, donde los habitantes de la misma y de sus alrededores salen cada fin de semana para ser atendidos. De igual forma San Pedro de Vilcabamba cuenta con un Hospital denominado "Kokichi Otany" que prestan su ayuda a todos los sectores que lo rodean incluyendo nuestro lugar de estudio. (3)

7.1.3.5. USO ACTUAL DEL SUELO.

Los productos agrícolas que se producen en el sector, una parte se dedican al consumo interno y la mayor parte son vendidos en la parroquia Malacatos y la ciudad de Loja. Estas áreas de cultivo se presentan en los alrededores de la concesión, especialmente en los lugares poco planos cuyos cultivos son: caña de azúcar, hortalizas, café, tomate, pepino, yuca, pimiento, tabaco, maíz, fréjol, que son de ciclo corto. En menor escala se cultivan árboles frutales como: naranja, mandarina, guineo, además en pequeños porcentajes se cultivan potreros.

Desde hace unos años atrás ha surgido un repunte en la explotación de yeso, como una actividad artesanal, cuyos ingresos se manifiestan por el total de camiones por día (3-4 camión/ día) vendidos a las diferentes fábricas de cemento y fertilizantes. Dicha actividad no tenían ningún control por parte de los organismos gubernamentales, actualmente si existe un control por parte de la Dirección Regional de Minería de Loja para los trabajos de explotación que afecten al medio ambiente y el Municipio de Loja en lo concerniente al cobro de impuestos por el transporte del mineral.(3)

7.1.3.6. PROBLEMAS SOCIALES.

En el sector de estudio por estar alejado de la parroquia Malacatos, tiene muchas necesidades en cuanto se refiere a obras sociales. Entre los principales tenemos:

- Mejoras en las vías de acceso.
- Seguridad en el sector.
- Construcción de una Central Telefónica.
- Construcción de un Centro o Subcentro de Salud.
- Obtención de Parques Recreacionales.
- Agua Potable y Alcantarillado.

7.1.3.7. AREAS HISTÓRICAS, DE RECREACIÓN Y PROTEGIDAS.

En las cercanías del área no se aprecian áreas históricas ni de recreación para el desarrollo de la actividad humana pero si podemos mencionar que existe el área protegida del Parque Nacional Podocarpus, que por sus características no se permite la degradación, ni la actividad destructora del hombre; de igual forma se tiene que en San Pedro de Vilcabamba se sitúa el Centro Recreacional de Yamburara que atrae a turistas locales, nacionales y extranjeros. (3).

7.2. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Los estudios de impacto ambiental constituyen un instrumento esencial y una técnica para la protección del medio ambiente y el uso de los recursos naturales, representan un medio para alcanzar un desarrollo sostenido, lo que permite introducir variables ambientales en programas de desarrollo y en la toma de decisiones en proyectos que inciden al medio ambiente.

Con todos los datos obtenidos se puede identificar y caracterizar los impactos que afectan al entorno ambiental provocados por los trabajos mineros del área de estudio. La identificación de los impactos se desarrolla considerando las principales acciones que influyen sobre los componentes o factores ambientales.

(3)Referencia: Todo los datos del medio socio - ambiental fueron tomados de: "Estudio de Consumo de Agua en el Cultivo de Soya bajo Riego por Surcos y Aplicación de Fertilizantes en Malacatos". Mario Gutiérrez, Mercy Torres. U.N.L. Facultad de Ciencias Agrícolas. Año 1997. "Planificación de una Empresa Comercializadora de Semilla de Fréjol para la Asociación de Productos Agropecuarios "El Chaupi".U.N.L. Facultad de Ciencias Agrícolas. Parroquia de San Pedro de Vilcabamba, Cantón Loja. Por el INEC- Loja.,El Censo Agropecuario, realizado en la provincia de Loja. Por la Regional de Minería de Loja .

7.2.1. IMPACTOS AL MEDIO FÍSICO .

- Deterioro de las vías de acceso.
- Pérdida del perfil del suelo.
- Hundimiento de la superficie de la tierra.
- Afectamiento visual debido a las labores mineras.
- Erosión del suelo debido a los taludes abruptos en los frentes de explotación.
- Contaminación del aire por las emanaciones de polvos y gases por las labores de destape, voladura y transporte de mineral.

7.2.2. IMPACTOS AL MEDIO BIÓTICO.

- Emigración de la fauna debido a la pérdida de su hábitat.
- Degradación de la vegetación a causa de las labores de perforación y voladura.
- Cambio de la vegetación primitiva del área.
- Improducción de zonas de producción agrícola.
- Disminución de áreas forestales.

7.2.3. IMPACTOS AL MEDIO SOCIO-AMBIENTAL.

- Efectos sobre la economía de la zona.
- Incomodidad para las personas y fauna debido al ruido de las voladuras y transporte del material.
- Impactos demográficos tales como cambios en las cifras de población.
- Impactos en los recursos naturales que incluyen cambios en estructuras y sitios arqueológicos, históricos y culturales.
- Mayores demandas sobre las instalaciones y servicios comunitarios.

7.2.4. IMPACTOS POSITIVOS.

- Mayores fuentes de trabajo.
- Mayor desarrollo de la zona.
- Aumento de la oferta y demanda de empleo.
- Desarrollo científico-cultural de la región.

7.2.5. IMPACTOS RESIDUALES DE LA ACTIVIDAD MINERA Y DE LA POBLACIÓN.

- La deforestación.
- Alteración de la calidad visual.
- Alteración del hábitat.
- Aumento o pérdida de empleo.
- Alteración de la geología y geomorfología.
- Incremento de enfermedades.
- Modificación de la calidad visual.

7.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La caracterización es la determinación de los atributos o distintivos de los impactos ambientales para buscar soluciones adecuadas y abarcar los diferentes medios para evitar o producir efectos ecológicos negativos.

7.3.1. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FISICO.

-Suelo.

La pérdida del perfil del suelo en la fase de explotación y la construcción de instalaciones auxiliares significa la eliminación de la cubierta vegetal, modificación de la topografía de toda el área de la cantera.

La tierra, en la superficie de los yacimientos, puede producir fracturamientos. Otros tipos de desechos sólidos que afectan al suelo son: ramas, hojas y materiales provenientes de la remoción vegetal, basura, aceites, lámparas y otros.

-Aire.

Conocer la cantidad de contaminantes emitidos no es suficiente para prever la futura calidad del aire. Las partículas que se encuentran en la atmósfera provienen de las voladuras, arrastre, movimiento de tierras, erosión de la tierra floja durante los trabajos; los nitratos producidos por la voladura y carbono que producen los camiones de transporte entre otros.

Los contaminantes del aire pueden clasificarse en gases y aerosoles, otros se definen como partículas asociadas o líquidos de tamaño mayor que una molécula (cerca de 0.0005 mm para CO₂ y SO₂) hasta 500 m, o sea, 0.5 mm. Cuando menor sea una partícula, más tiempo permanecerá en suspensión y por consiguiente podrá ser transportada a grandes distancias. Dependiendo de su composición química puede llegar a contaminar el suelo y aguas ya que una vez que son depositadas pueden ser movilizadas nuevamente y transportadas por las aguas y afectar a los seres vivos.

Dentro de la importancia de la calidad del aire es el tamaño de las partículas que pasa por las vías respiratorias y alcanzan a los pulmones y que tienen un tamaño inferior a 10 m y denominados de fracción inhalable (o respirables).

-Paisaje.

El paisaje es alterado por la construcción de campamentos, caminos de acceso, construcción de escombreras, desbanques, lo que resulta la alteración de la calidad visual.

7.3.2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO.

-Fauna.

Las diferentes especies de animales se ven afectadas debido a las diferentes actividades en la explotación de yacimientos, tales como: la pérdida de la cobertura vegetal, contaminación de aguas, el ruido de las máquinas, lo que ocasiona que las diferentes especies de animales ya sean: aves, mamíferos, reptiles, entre otras, emigren del sector provocando esfuerzos de adaptabilidad en un medio ambiente alterado.

-Flora.

La tala de árboles se ha ido incrementando conforme han aparecido los asentamientos mineros sin prestar cuidado al impacto que causa la deforestación con un área que se incrementa. La flora se ve afectada cuando se extrae la capa vegetal, construcción de viviendas y caminos de acceso provocando la remoción de las especies

vegetales, arbustos, hierbas, alterándose el proceso de regeneración natural y empobrecimiento del suelo.

7.3.3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIO-AMBIENTAL.

7.3.3.1. IMPACTOS SOCIALES.

-Impacto Visual.

Las alteraciones no deseadas en el paisaje es la causa de percepción negativa de los grupos sociales, en este caso la alteración de las formas de relieve, pilas de estéril, líneas de transmisión de energía son las causas de impedimento visual. El contraste de las formas geométricas de los frentes de exposición y las formas del relieve de entorno, además el paisaje natural rural e inclusive urbano, son causa de esta percepción negativa.

-Incomodidad Ambiental.

Este impacto es frecuente en la población minera, causándoles sensaciones de incomodidad provocadas por algunos contaminantes como: ruido, vibraciones, polvo; la incomodidad se produce no solamente cuando los problemas ambientales son superados, sino con bastante frecuencia por debajo de ellos, teniendo un reclamo por parte de la comunidad afectada.

-Impacto sobre la Salud.

Las emanaciones de contaminantes es perjudicial para la salud humana. Dentro de los impactos que sufren las personas que habitan en los sectores mineros es debido a la emanación de gases producto de las voladuras y de polvos cuando se hacen las perforaciones; también existe un daño importante que causa al ser humano es el ruido que provocan las máquinas, los cuales causan daño al órgano auditivo.

-Ruido y Vibraciones.

Todas las fuentes de ruido interrumpen la calidad de vida de los habitantes y de los trabajadores mineros, de igual forma la fauna. Así mismo, se considera como emisión continua del movimiento generado por las máquinas en el lugar de trabajo el paso de

camiones en los caminos de acceso; se considera que estos impactos son menores y directos porque se producen diariamente en los trabajos.

-Alteración de las formas de uso del suelo.

Estas alteraciones se producen no solamente en el lugar de intervención del área minera "Jabonillo", sino también en el área de influencia debido a la eventual utilización de las tierras para la agricultura con el objetivo de atender la demanda de alimentos esenciales para la actividad minera.

-Clasificación de mano de obra.

La implementación de un programa de capacitación y calificación profesional puede ser un factor de desarrollo de los impactos positivos de la actividad minera en el sector.

7.3.3.2. IMPACTO ECONÓMICO.

Esto es un impacto positivo ya que la explotación de yeso genera fuentes de trabajo, además aumenta la demanda de Servicios Sociales.

7.3.3.3. IMPACTOS POSITIVOS.

Aumento de la oferta de empleos en el sector de estudio y sus alrededores.

La creación de nuevos empleos directos e indirectos, es vista como uno de los impactos positivos más importantes de la explotación minera en el sector de estudio. La existencia de la mano de obra calificada es la causa para reservar los puestos de trabajo y los de menor calificación tienen una menor remuneración.

-Incremento de la Actividad Socio-Económica

En el sector de estudio se produce un efecto positivo de dinamización económica, hacia mercado regional y nacional con el abastecimiento de productos y servicios. Directa o indirectamente se encuentran ligados al sector minero "JABONILLO", que se refleja en el incremento del comercio.

-Impacto a la Cultura.

Enriquece la diversidad cultural de las diferentes personas que se encuentran dentro del área de trabajo y sus alrededores.

7.4. MATRIZ DE INTERACCIÓN CAUSA-EFECTO.

La matriz de interacción causa-efecto consiste en una recopilación de impactos ambientales, bajo la forma de una matriz, donde se destaca la complejidad de las relaciones existentes entre los factores ambientales.

La metodología de interacción posee fundamentalmente una ventaja: "Proporciona información del nivel de complejidad de los sistemas ecológicos, utilizando para ello la manifestación de dependencia entre los componentes ambientales".

7.4.1. CRITERIOS DE VALORACIÓN.

⇒ **Naturaleza (N):** Este impacto se valora y se califica en función del bienestar o perjuicio a la comunidad y al medio ambiente, y tiene la siguiente clasificación:

Beneficioso (+)

Perjudicial (-)

Neutro (n) Si no se produce un efecto significativo.

⇒ **Duración (D):** Se la determina en función del tiempo en que aparece el impacto.

A corto plazo (CP) < 2 años

A mediano plazo (MP) 2 – 5 años

A largo plazo (LP) 5 – 10 años

Residuales (Re) Son aquellos impactos que quedan una vez que la actividad termina su vida útil de operación.

⇒ **Intensidad (I):** Es la profundidad de los cambios que se producen en los factores ambientales.

Baja = 1

Media = 2

Alta = 3

Muy alta = 4

⇒ **Extensión (E):** Es el área de influencia del impacto, se lo califica como:

Puntual = 1

Parcial = 2

Total = 3

Critico = 4

⇒ **Momento (M):** Es el tiempo en el cual el impacto se manifiesta.

A largo plazo = 1

A mediano plazo = 2

Inmediato = 3

Critico = 4

⇒ **Persistencia (P):** Es la duración en función del tiempo del impacto.

Fugaz = 1

Temporal = 2

Pertinaz = 3

Permanente = 4

⇒ **Reversibilidad (Rv).-** Se constituye como el plazo o posibilidad en que se recuperan los efectos de los impactos.

Corto plazo = 1

Mediano plazo = 2

Largo plazo = 3

Irreversible ó irrecuperable = 4

- ⇒ **Importancia (Ip).**- Es la valoración integral cualitativa sobre la base de los resultados cuantitativos de la ponderación de los impactos ambientales y se expresa de la siguiente manera:

Fuertes > 30

Moderados 25 - 29

Leves < 24

7.4.2. PONDERACIÓN.

Para la ponderación de los impactos se ha considerado que los factores de intensidad y de extensión son los más importante, ya que por una parte la extensión representa el área de influencia del impacto y por otra la intensidad muestra la profundidad de los cambios que se producen en los factores ambientales, por lo que se propone su multiplicación y para los criterios de momento, persistencia y reversibilidad se ha preferido sumarlos al producto anterior por su menor significancia.

$$P = [(2 * E + 3 * I) + M + 2 * P + Rv] * (\pm 1)$$

GRÁFICOS DE LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN Y DE LA MATRIZ CAUSA- EFECTO

7.5. JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Luego de haber realizado la identificación y caracterización de los impactos ambientales, se procede a jerarquizar los principales impactos en el área minera "Jabonillo". Así tenemos los siguientes que son:

-Erosión.- Es una de los valores que más afecta con una ponderación de 31 debido a los siguientes factores:

- ☞ Modificación topográfica.
- ☞ Eliminación de la cubierta vegetal.

-Salud.- Tiene una ponderación de 31 que significa que es un impacto fuerte. Este se debe a que la demografía tiene contacto directo con la explotación misma y se debe a lo siguiente:

- ☞ Polvos y gases suspendidos en el aire.
- ☞ Nitratos emitidos por la voladura.
- ☞ Productos de combustión de las maquinarias a diesel.

-Flora y Fauna.- Ambos tienen una ponderación considerable de 28 y 30, las mismas que tienen afectaciones de acuerdo a las siguientes causas:

- ☞ Desaparición de la cubierta vegetal.
- ☞ Construcción de caminos de acceso.
- ☞ Construcción de trincheras.
- ☞ Detonación de explosivos.

Así mismo en el estudio del área "Jabonillo" también existen impactos ambientales positivos como son:

-Empleo.- Tiene una ponderación de 23 que significa que la explotación genera un mejor sostenimiento para sus familias, debido a:

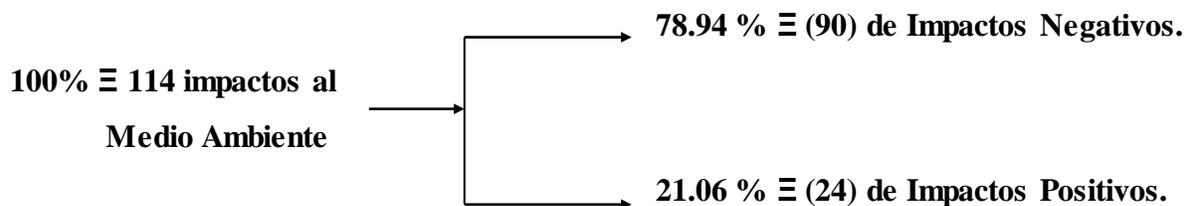
- ☞ Aumento de empleo a muchísimas familias.
- ☞ Mejor nivel de vida.

-Cultura.- Este impacto positivo tiene una ponderación de 24, lo cual se debe a lo siguiente:

- ☞ Intercambio de ideales de los trabajadores.
- ☞ Costumbres.
- ☞ Hábitos.
- ☞ Tradiciones.

OBSERVACIÓN.- De acuerdo a la matriz de calificación Causa - Efecto tenemos que:

Se encuentran presentes 114 Impactos al Medio Ambiente en el área minera "Jabonillo" considerados positivos y negativos en un 100%. En donde los Impactos Negativos que son los que mayor influencia tienen en los 3 medios (Físico – Biótico – Socio Ambiental) se encuentran en un porcentaje del 78.94 % (90); quedando un porcentaje del 21.06 % (24) de Impactos Positivos que se ubican dentro del medio Socio Ambiental.



7.6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

Es muy importante adecuar medidas de prevención y correctores de impacto ambiental ya que sirven para disminuir los efectos negativos producidos por las operaciones mineras.

Se debe partir de la consideración que siempre es mejor no producir la alteración, que establecer medidas de correcciones; ya que conlleva a tiempo adicional de empleo y de dinero. La mayor parte de los casos sólo se puede eliminar en parte las alteraciones ocasionadas en el medio y en otras no se lo puede realizar.

A continuación se presentarán acciones y medidas que el titular minero deberá cumplir para la fase de explotación e implementar con el fin de prevenir, mitigar, corregir, controlar y compensar los impactos ambientales.

Las medidas aplicadas en el plan de manejo ambiental comprenden:

7.6.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Están destinadas a realizar al corto plazo el equilibrio de los procesos naturales de degradación del medio físico, biótico y antrópico que fueron analizados anteriormente.

7.6.1.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN SOBRE EL MEDIO FÍSICO.

Se dará mayor importancia a los impactos de: Erosión, la alteración de la forma del relieve y de la composición del suelo y la alteración de la calidad visual y estética.

- Implementar un lugar de almacenamiento a una distancia aproximada de 300 m en el área del yacimiento, para las pilas de esteril y disposición de desechos; esta área será ubicada en la partes bajas y planas del área minera.
- Presentar un calendario de mantenimiento anual con el objeto de realizar un mantenimiento semanal de máquinas y herramientas mineras.
- Para minimizar la erosión del suelo, realizar una siembra herbáceas (hinojo y verbena) de tal forma que se cree una alfombra protectora.
- Se debe proceder a la vegetación de la zonas afectadas con arbustos (tuna, moshquera, higuera, sanco) y árboles (faique, cedrillo, porotillo, carrizo) que son propios de la zona de estudio.
- Se construirá un polvorín en la parte alejada de la zona de trabajo y en un lugar seco con ventilación para dar una buena conservación a los explosivos y accesorios de voladura. Además se asignará a una persona calificada y especializada para el uso, empleo, almacenamiento y transporte de los mismos.
- El empleo de una tecnología adecuada para controlar las emisiones de gases y polvo para que se sitúen en niveles aceptables para el trabajo de los obreros; así tenemos: la planificación y organización de las actividades de perforación y voladura, el uso de materiales necesarios para este tipo de trabajos (mascarillas, orejeras, guantes, lentes, etc.).

- ➔ La planificación de las labores de carga y transporte para un tiempo determinado y así disminuir la contaminación del aire por los camiones de carga y transporte del mineral.

7.6.1.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN SOBRE EL MEDIO BIÓTICO.

Las medidas de mitigación a implementar para contrarrestar los impactos ambientales al medio biótico y que serán de mayor importancia sobre los factores ambientales tenemos:

- ➔ Conservar la capa vegetal y distribución de la misma para su posterior reubicación en los sectores explotados o alterados del área.
- ➔ Construcción de viveros o de invernaderos, con semillas propias de la zona para la reforestación e el área de influencia.
Esta construcción será ubicada en la parte externa y baja del área minera, las dimensiones consideradas serán de 50 * 50 m; en un sitio adecuado para dar el cuidado debido de las especies, así como el riego entre otros.
- ➔ Impedir el paso de maquinaria y personal por sectores innecesarios para evitar la destrucción de la flora del lugar.
- ➔ Reducir la caza de animales propios de la zona de estudio.
- ➔ Realizar una vigilancia periódica, con el fin de minimizar las alteraciones que afectan a la vida silvestre, en las distintas actividades mineras de la fase de explotación.

7.6.1.3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN SOBRE EL MEDIO SOCIO – AMBIENTAL.

Las medidas a desarrollar para contrarrestar los impactos ambientales al medio Socio- Ambiental y que son de mayor consideración sobre los factores ambientales tenemos: la salud; y como factores positivos que se deberán incrementar tenemos: empleo, cultura y vialidad.

- Controlar los polvos producidos por los trabajos de perforación y en las escombreras mediante un regadío de agua al menos en época de verano, que vienen a afectar a los trabajadores.
- Instruir al personal del uso correcto de los equipos, materiales y herramientas para evitar accidentes involuntarios e imprevistos.
- Solicitar a los gobiernos seccionales que se realice el mejoramiento y el mantenimiento de la vía de acceso a "La Merced" y a nuestra área en particular con la finalidad de prevenir accidentes de tránsito vehicular.
- Incentivar a los trabajadores mediante charlas, reuniones de trabajo del grado de importancia que tiene el medio ambiente y la incidencia de la actividad minera en él, con el objeto de disminuir los impactos negativos que se producirán en el desarrollo de la fase de explotación del yeso.

7.7. MEDIDAS DE CIERRE Y ABANDONO.

Luego de haber culminado la vida útil de la cantera, se prosigue con la rehabilitación de los distintos factores ambientales, mediante las siguientes actividades:

- Desmantelamiento de las instalaciones construidas como son los polvorines, que serán empleados para el almacenamiento de explosivos y accesorios de voladura para evitar accidentes.
- Se procederá al retiro de la maquinaria, materiales, equipos utilizados en las diferentes labores mineras de explotación.
- Se recuperará y acondicionará los suelos excavados con la aplicación de la reforestación y vegetación con especies propias del sector para de esta manera conseguir la estabilidad de los terrenos sin consolidar.

7.8. MEDIDAS COMPENSATORIAS.

Dentro de las medidas compensatorias aplicables tenemos:

- Formar terrazas en las escombreras durante la etapa de cierre y abandono para una reforestación adicional como también de las especies propias del lugar.
- En período de invierno no alterar los cauces naturales de las aguas con el fin de prevenir deslizamientos.

7.9. MEDIDAS DE CONTINGENCIA.

Tenemos las siguientes:

- Conformar una brigada de primeros auxilios, contra incendios y salvamento, la misma que actuará de manera organizada sobre cualquier imprevisto durante el desarrollo de las actividades mineras de la cantera.
- Evitar el derrame de aceites y combustibles durante el mantenimiento de la maquinaria.

7.10. MEDIDAS DE MONITOREO Y CONTROL.

Se tiene:

- Actividades continuas de seguimiento y mantenimiento de los principales servicios básicos.
- Realización de reportes e informes para alertar al personal sobre destrucciones ambientales.
- Planes de vigilancia de efectos ambientales durante y después del desarrollo de las labores mineras.

7.11. PARÁMETROS DE SEGURIDAD E HIGIENE

En toda actividad minera se debe tener conocimiento de las medidas de seguridad e higiene, ya que permitirán optimizar las labores y brindar protección y seguridad al personal que se encuentra trabajando en las diferentes actividades, es por esto que se tomará en consideración las siguientes normas para la explotación de la cantera:

- Tener un control estricto del personal que entra y sale del frente de explotación.
- Antes de empezar los trabajos se efectuará una revisión previa y la debida autorización de la persona encargada o jefe de trabajo para iniciar las labores diarias correspondientes a las actividades mineras de explotación del mineral.
- Realizar una revisión técnica de la maquinaria y equipos antes de empezar los trabajos.
- Antes de iniciar las perforaciones en el frente se debe revisar la estabilidad del talud o taludes de trabajo y receso.

En lo concerniente a explosivos tenemos:

- No permitir el manipuleo de los explosivos por parte de personas no calificadas o especializadas.
- No golpear los explosivos ni someter a la acción del fuego.
- En el polvorín no emplear objetos que produzcan fricción, chispas o golpes de preferencia emplear madera para almacenar los explosivos.
- El polvorín se ubicará en sectores distantes a los frentes de trabajo.
- Trasladar las sustancias explosivas y los accesorios por separado con los pases límites para ser trasladados.
- La altura máxima de apilamiento desde el suelo debe ser hasta 1,80 m, generalmente hasta 1,50 m.
- Las cajas o envases almacenados se mantendrán a ,80 m de la pared más próxima.
- No fumar.
- Se proveerá de un extintor de incendio en polvo químico seco.

- En caso de encontrar dinamita congelada o mojada (exudada) se comunicará de inmediato al personal especializado, quedando prohibido su uso y consecuentemente su destrucción.
- Emplear señales de prevención para la circulación de los vehículos de carga y transporte del mineral.
- La limpieza del sitio de trabajo, la higiene y la disciplina, permitirán el mejor uso del espacio disponible evitando las pérdidas de tiempo en la búsqueda de herramientas; así mismo la prevención de enfermedades aumentará las condiciones de seguridad y mejoramiento del ambiente de trabajo.

7.12.- PRESUPUESTO ESTIMADO AL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

Dentro del plan de manejo ambiental se debe hacer referencia al costo estimado a proyectarse y el cronograma de actividades a cumplirse durante un periodo de 12 meses.

☞ PRESUPUESTO DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EN EL ÁREA MINERA "JABONILLO".

| MEDIDA AMBIENTAL A IMPLEMENTARSE | UNIDAD DE MEDIDA | DESCRIPCIÓN | COSTO UNITARIO (USD) | COSTO TOTAL (USD) |
|--|-------------------------|--|-----------------------------|--------------------------|
| Medida de Mitigación para Suelo y Aire. | Hcta. | Construcción, Mantenimiento de Escombreras y Terrazas en 6 Hcta. | 100/Hcta. | 600 |
| Programa de Reforestación y Revegetación. | Hcta. | Adquisición de plantas propias del lugar para 6 Hcta.. | 100 plantas/Hcta /0.50USD | 300 |
| Programa de Educación Ambiental y Concientización. | Día. | Una Conferencia cada Fin de Mes. | 100 | 100 |
| Medidas de Contingencia. | - | Conferencia y dotación de materiales para Primeros Auxilios, Contra Incendios, ,Salvamento y Seguridad Minera. | 300 | 300 |
| Invernadero. | - | Construcción, Mantenimiento del Invernadero. | 500 | 500 |
| Cierre de Operaciones. | - | Retiro de Instalaciones, Bodegas, Talleres y Maquinaria. | 200 | 200 |
| TOTAL | | | | 2000 USD |

7.13.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL PARA EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EN EL ÁREA MINERA "JABONILLO".

| ACTIVIDAD | TIEMPO DE EJECUCIÓN (MESES) | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Construcción de Escombreras y Terrazas. | | | | | | | | | | | | |
| Adquisición de plantas adaptables al medio y propias del lugar. | | | | | | | | | | | | |
| Reforestación y Revegetación. | | | | | | | | | | | | |
| Construcción y Mantenimiento del Invernadero. | | | | | | | | | | | | |
| Construcción de Bodegas y Talleres. | | | | | | | | | | | | |
| Conferencias de Educación Ambiental | | | | | | | | | | | | |
| Conferencias de Primeros Auxilios, ,Salvamento y Seguridad Minera. | | | | | | | | | | | | |

CAPITULO VIII

ANALISIS TÉCNICO – ECONÓMICO DEL PROYECTO

8.1. RESERVAS PROBADAS TOTALES.-

Al haber realizado el cálculo de las reservas minerales por el método de los cortes geológicos verticales, el mismo que se tiene una considerable cuantificación de las reservas del yacimiento

La cantidad de reservas probadas es de: 68505.16 Ton.

Para los cálculos económicos tenemos que considerar los parámetros de dilución y pérdidas durante la explotación minera:

Así tenemos que:

Para la dilución se considera un porcentaje de 5 %.

Por lo tanto:

$$68505.16 \text{ Ton} + 5 \%$$

RESERVAS POR DILUCIÓN ES = 71930.41 Ton.

8.2. PRODUCCIÓN PLANIFICADA.-

De acuerdo a los parámetros descritos en el capítulo 6 de producción de la cantera estimada, podemos considerar que la producción planificada es de 9504Ton/ año proyectada, destinada a satisfacer las demandas inmediatas del mercado adquisitivo de la materia prima en estudio.

8.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL.-

Para determinar el tiempo de vida útil de la cantera se considera nuevamente las pérdidas en la explotación; los valores adoptados son 5 % de acuerdo al sistema de explotación elegido y 3 % determinados de acuerdo al acarreo al maceramiento del mineral y la venta del mismo.

Así tenemos que :

$$71930.41 \text{ Ton} - 8 \% \text{ Pérdidas}$$

$$\text{RESERVAS POR PÉRDIDAS ES} = 66175.97 \text{ Ton.}$$

Por lo tanto tenemos que ésta cantidad de RESERVAS POR PÉRDIDAS es igual a las RESERVAS RECUPERABLES que es igual a = 66175,97 Ton.

Por consiguiente procedemos a calcular el tiempo de vida de la cantera , aplicando la expresión:

$$Tv = \text{Reservas por Pérdidas} / \text{Producción Anual.}$$

$$Tv = 66175.97 \text{ Ton} / 9504 \text{ Ton /año}$$

$$Tv = 6.96 \text{ años.} = \mathbf{7 \text{ años.}}$$

8.4. INGRESOS.

☞ INGRESO TOTAL.-

Para el cálculo del ingreso total, se toma en cuenta el precio por cada tonelada para la venta en la actualidad en la cantera que es de 42 dólares / tonelada.

$$66175.97 \text{ Ton} * 42 \text{ dólares}$$

$$\text{INGRESO TOTAL} = 2779390.74 \text{ DÓLARES.}$$

☞ INGRESO ANUAL.-

El ingreso anual teórico se calcula dividiendo el ingreso total calculado anteriormente para el número de años del tiempo de vida útil.

$$* 2779390.74 / 6,96 \text{ años.}$$

$$\text{INGRESO ANUAL} = 399337.75 \text{ DÓLARES / AÑO.}$$

$$* 2779390.74 / 7 \text{ años.}$$

$$\text{INGRESO ANUAL} = 397055.82 \text{ DÓLARES / AÑO.}$$

Por lo tanto tenemos que el ingreso anual tomado para 7 años nos servirá para los cálculos respectivos económicos del proyecto, ya que se laborará a 7 años calendario durante tiempo de vida de la cantera..

8.5. EGRESOS.**8.5.1. MAQUINARIA Y EQUIPOS:**

| Descripción | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
|-------------------------|----------|----------------|-------------------|
| Cargadora Cat 939 C | 1 | 25.000,00 | 25.000,00 |
| Volquete FORD 500 | 1 | 22.000,00 | 22.000,00 |
| Perforadora ATLAS COPCO | 1 | 20.000,00 | 20.000,00 |
| Tractor CAT D5G | 1 | 30.000,00 | 30.000,00 |
| Taller mecánico | 1 | 1.500,00 | 1.500,00 |
| Taller eléctrico | 1 | 1.500,00 | 1.500,00 |
| Vehículo Toyota 2200 | 1 | 10.000,00 | 10.000,00 |
| Imprevistos 4 % | | | 4.400,00 |
| Total (USD) | | | 114.400,00 |

OBSERVACIÓN.- En lo que respecta a costos para la adquisición de la Maquinaria a emplearse en las labores de destape y explotación del mineral del cuadro superior, se lo hará adquiriéndolas a costos de segunda mano.

8.5.2. MATERIALES Y HERRAMIENTAS:

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
|--------------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| EXPLOGEL I | caja | 24 | 74,00 | 1.776,00 |
| Anfo Normal | saco de 50kg | 10 | 16,85 | 168,50 |
| Mecha lenta | rollo | 1 | 59,19 | 59,19 |
| Fulminante | caja | 1 | 13,00 | 13,00 |
| Cordón detonante | rollo | 24 | 110,00 | 2.640,00 |
| Microretardos | u | 100 | 12,00 | 1.200,00 |
| Palas | u | 3 | 6,00 | 18,00 |
| Picos | u | 2 | 6,00 | 12,00 |
| Carretillas | u | 5 | 25,00 | 125,00 |
| Barretas | u | 2 | 7,00 | 14,00 |
| Guantes | u | 10 | 2,00 | 20,00 |
| Cascos | u | 10 | 3,00 | 30,00 |
| Botas | u | 10 | 6,00 | 60,00 |
| Mascarillas | u | 10 | 13,00 | 130,00 |
| Orejeras | u | 10 | 5,00 | 50,00 |
| Overoles | u | 10 | 15,00 | 150,00 |
| Imprevistos 4 % | | | | 258,63 |
| Total (USD) | | | | 6.724,32 |

Total Activos Fijos 121124.32 USD

8.5.3. INVERSIÓN TOTAL:

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Maquinaria y Equipo | 114.400,00 |
| Plan de Manejo Ambiental | 2.000,00 |
| Materiales y herramientas | 6.724,32 |
| Total (USD) | 123.124,32 |

OBSERVACIÓN.- La INVERSIÓN INICIAL del proyecto ha sido considerada como la INVERSIÓN TOTAL. Ya que dentro de la inversión inicial se consideran parámetros como: Investigaciones, Análisis, Levantamiento topográfico y geológico, Campamentos, Desarrollo de las vías de acceso entre otros, pero en nuestro proyecto no lo hemos considerado como inversión separada, porque el yacimiento ya ha sido trabajado

anteriormente y posee todos estos aspectos que nos han servido de base para nuestro estudio técnico, por lo que se ha considerado sólo como inversión inicial: La Maquinaria y Equipo e igual manera los Materiales y Herramientas.

8.5.4. COSTO DE POSESIÓN:

Es una cantidad de dinero que permite recuperar la inversión realizada al inicio del proyecto, ya sea por la compra de maquinaria, equipos, herramientas, terrenos, etc.

$$C_p = \frac{\text{Inv.}}{N}$$

Donde:

C_p = Costo posesión

Inv = Inversión por Maquinaria

N = Número de años para recuperar la inversión = 4 años

$$C_p = \frac{121124.32\text{USD}}{4}$$

$$C_p = \mathbf{30281.08 \text{ USD/Año}}$$

8.5.5. INTERES (I):

Monto que se fija para recuperar la perdida del valor del capital debido a la devaluación.

12% de Interés anual de créditos.

$$\text{INT} = \frac{n + 1}{2n} * \text{Inv.} * T.\text{int}$$

Donde:

INT = Intereses

n = Número de años

Inv.F = Inversión

T.int = Tasa de interés = 12% anual

$$INT = \frac{7 + 1}{2 * (7)} * 121124.32 * 0.12$$

INT = 8305.66 USD/Año .

8.5.6. COSTOS DE OPERACIÓN (Co):

Horas de trabajo al año = N° días laborables / año * N° turnos / día * Horas / turno

Horas de trabajo al año = 264 días * 1 turno * 8 horas

Horas de trabajo al año = 2112 horas

Cada 1000 horas se realizará una reparación.

8.5.6.1. RESERVA PARA REPARACIÓN (Rrep.):

$$Rrep = 0.08 * \frac{\text{Inversión}}{1000} = \frac{\text{USD}}{\text{reparación}}$$

Elección del Sistema de Explotación para los yesos existentes en el área minera "Jabonillo" parroquia Malacatos, cantón Loja".

| Maquinaria y equipo | Cantidad | Inversión (USD) (Inv) | Reparación Cada/1000h | Factor | Cr |
|----------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|---------------|-------------|
| Cargadora CAT 939C | 1 | 25.000,00 | 1000 | 0,08 | 2,00 |
| Volquete FORD 500 | 1 | 22.000,00 | 1000 | 0,08 | 1,76 |
| Perforadora ATLAS COPCO | 1 | 20.000,00 | 1000 | 0,08 | 1,60 |
| Tractor CAT D5G | 1 | 30.000,00 | 1000 | 0,08 | 2,40 |
| Vehículo Toyota 2200 | 1 | 10.000,00 | 1000 | 0,08 | 0,80 |
| Total (USD) | | | | | 8,56 |

8.5.6.2. NÚMERO DE REPARACIONES AL AÑO (Nr):

$$Nr = \frac{\text{Horas de trabajo al año}}{1000}$$

| Maquinaria y equipo | Horas de trabajo | Reparación | Nr | Nr |
|------------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------|--------------------|
| Maquinaria y equipo | Horas de trabajo por año | Cada 1000 | Nr | Equivalente |
| Cargadora CAT 939C | 2112 | 1000 | 2,11 | 2 |
| Volquete FORD 500 | 2112 | 1000 | 2,11 | 2 |
| Perforadora ATLAS COPCO | 2112 | 1000 | 2,11 | 2 |
| Tractor CAT D5G | 2112 | 1000 | 2,11 | 2 |
| Vehículo Toyota doble cabina | 2112 | 1000 | 2,11 | 2 |

8.5.6.3. RESERVA TOTAL PARA REPARACIONES POR AÑO:

$$R_{rep\ total} = Nr * Cr$$

| Maquinaria y equipo | Nr | Cr | Rrep total |
|-------------------------|----|------|--------------|
| Cargadora CAT 939C | 2 | 2,00 | 4,00 |
| Volquete FORD 500 | 2 | 1,76 | 3,52 |
| Perforadora ATLAS COPCO | 2 | 1,60 | 3,20 |
| Tractor CAT D5G | 2 | 2,40 | 4,80 |
| Vehículo Toyota 2200 | 2 | 0,80 | 1,60 |
| Total (USD) | | | 17,12 |

8.5.6.4. CONSUMO DE ENERGÍA O COMBUSTIBLE, ACEITES Y LUBRICANTES (Ce):

☞ **Energía y combustibles consumidos (Ec).**

$$Ec = 0,04 * Potencia$$

| Maquinaria y equipo | U | Potencia y/o combustibles | Ec |
|-------------------------|-----|------------------------------|------------|
| Cargadora CAT 939C | Gal | 100 | 4,00 Gal/h |
| Volquete FORD 500 | Gal | 100 | 4,00 Gal/h |
| Perforadora ATLAS COPCO | Gal | 50 | 2,00 Gal/h |
| Tractor CAT D5GH | Kw | 250 | 10,00 Kw/h |
| Vehículo Toyota 2200 | Gal | 20 | 0,80 Gal/h |

Nota: El consumo de combustible por vehículos es considerado únicamente por horas de trabajo.

$$Ec = Ec * N^{\circ} \text{ de máquinas} * N^{\circ} \text{ horas año}$$

| Maquinaria y equipo | | N° máquinas | N° horas/año | Ec USD |
|-------------------------|----------|----------------|-----------------|------------------|
| Cargadora CAT 939C | 4 gal/h | 1 | 2112 | 8.448,00 |
| Volquete FORD 500 | 4 gal/h | 1 | 2112 | 8.448,00 |
| Perforadora ATLAS COPCO | 2 gal/h | 1 | 2112 | 4.224,00 |
| Tractor CAT D5G | 10 Kw/h | 1 | 2112 | 21.120,00 |
| Vehículo Toyota 2200 | 0,8 Kw/h | 1 | 2112 | 1.689,60 |
| Total (USD) | | | | 43.929,60 |

8.5.7. AMORTIZACIÓN DE LA MAQUINARIA:

La amortización es un monto de dinero que se reserva periódicamente, para restituir la maquinaria y/o equipo. La amortización se la calcula basándose en el tiempo de vida útil de la maquinaria o equipo.

$$A = \frac{Pe * r}{(1 + r)^n - 1}$$

Donde:

A = Amortización

Pe = Costo total del Equipo

r = Interés = 12 % anual (Fuente BNF)

n = Tiempo de vida útil del equipo = 7 años

$$A = \frac{121124.32 * 0.12}{(1 + 0.12)^7 - 1}$$

$$A = \mathbf{12005.56 \text{ USD / Anual}}$$

8.5.8. SUELDOS Y SALARIOS

| | | | | |
|---|---|--------|--------------------|--------------|
| Obrero de mina | 5 | 240,00 | 1200,00 | 14400 |
| Operador Cargadora | 1 | 300,00 | 300,00 | 3600 |
| Operador Perforadora | 1 | 300,00 | 300,00 | 3600 |
| Ayudante perforadora | 1 | 150,00 | 150,00 | 1800 |
| Chofer de Volqueta | 1 | 250,00 | 250,00 | 3000 |
| Operador Tractor | 1 | 300,00 | 300,00 | 3600 |
| Mecánico | 1 | 240,00 | 240,00 | 2880 |
| Ayud. Mecánico | 1 | 120,00 | 120,00 | 1440 |
| Electricista | 1 | 240,00 | 240,00 | 2880 |
| Subtotal Mano de Obra Directa | | | 3100,00 | 37200 |
| Mano de Obra Indirecta | | | | |
| Ingeniero Jefe de Proy. | 1 | 800,00 | 800,00 | 9600 |
| Chofer de camioneta | 1 | 180,00 | 180,00 | 2160 |
| Subtotal Mano de obra indirecta | | | 980,00 | 11760 |
| Personal administrativo | | | | |
| Secretaria Contadora | 1 | 240,00 | 240,00 | 2880 |
| Guardia | 1 | 180,00 | 180,00 | 2160 |
| Subtotal Personal Administrativo | | | 240,00 | 5040 |
| | | | Total (USD) | 54000 |

8.5.9. ALIMENTACIÓN

| Nº | Valor unitario | Valor diario | Valor mensual | Valor anual |
|-------|----------------|--------------|---------------|-------------|
| 20,00 | 3,00 | 60,00 | 1.320,00 | 15.840,00 |

8.5.10 SUMA TOTAL DE EGRESOS ANUALES:

| | |
|--|-------------------|
| Costos de posesión | 30.281,08 |
| Intereses | 83.005,66 |
| Reservas para reparaciones y mantenimiento | 17,12 |
| Amortización | 12.005,56 |
| Combustibles y Lubricantes | 43.929,60 |
| Sueldos y Salarios | 54.000,00 |
| Alimentación | 15.840,00 |
| Total USD | 239.079,02 |

8.6. UTILIDAD:**8.6.1. UTILIDAD BRUTA (UB):**

UB = Ingresos anuales - Egresos anuales

UB = 397055.82 – 239079.02

UB = 157976.80 dólares

8.6.2. UTILIDAD NETA (UN):

UN = UB – Impuestos de ley

(16% Patentes, 14% Reparto de Utilidades, 25% AL S.R.I.)

UN = 157976.80 * 0.16 (por Patentes)

UN = 25276.28USD

UN = 157976.80 * 0.14 (por Utilidades)

UN = 22116.75USD

$$UN = 157976.80 * 0.25 \text{ (por Impuestos al S.R.I.)}$$

$$UN = 39494.20\text{USD}$$

$$UN = 157976.80 - 86887.23$$

$$UN = 71089.57\text{USD}$$

8.7.RENTABILIDAD (R):

$$R = \frac{UN}{Inv \text{ Anual}} * 100$$

Donde:

IA = Inversión Anual

$$IA = \frac{\text{Inversión Total USD}}{\text{Tiempo de vida del Yacimiento}}$$

$$IA = \frac{123124.32 \text{ USD}}{7 \text{ años}}$$

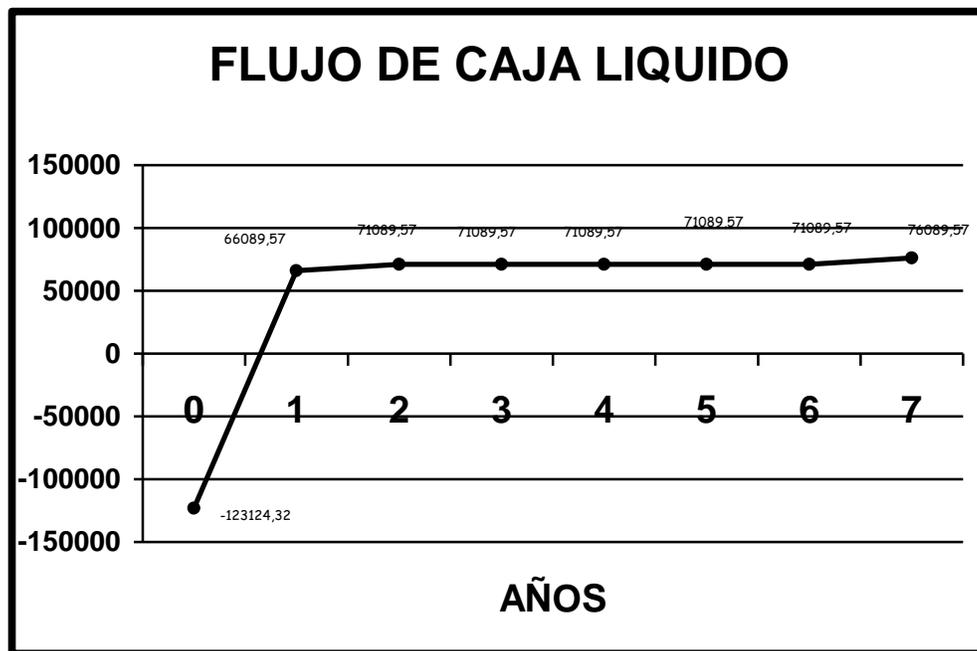
$$IA = 17589.18\text{USD/año}$$

$$R = \frac{71089.57\text{USD} / \text{año}}{17589.18\text{USD} / \text{año}} * 100\%$$

$$R = 404.16 \%$$

8.8. FLUJO DE CAJA LÍQUIDO:

| Concepto \ Tiempo | año 0 | año 1 | año 2 | año 3 | año 4 | año 5 | año 6 | año 7 |
|------------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Inversión Total | -123.124,32 | | | | | | | |
| Capital de giro | | -5.000,00 | | | | | | 5.000,00 |
| Ingresos | | 397.055,82 | 397.055,82 | 397.055,82 | 397.055,82 | 397.055,82 | 397.055,82 | 397.055,82 |
| Egresos | | -239.079,02 | -239.079,02 | -239.079,02 | -239.079,02 | -239.079,02 | -239.079,02 | -239.079,02 |
| Impuestos | | -86.887,23 | -86.887,23 | -86.887,23 | -86.887,23 | -86.887,23 | -86.887,23 | -86.887,23 |
| Flujo de Caja Liquida | -123.124,32 | 66.089,57 | 71.089,57 | 71.089,57 | 71.089,57 | 71.089,57 | 71.089,57 | 76.089,57 |



8.9. VALOR ACTUAL LIQUIDO (VAL)/VALOR ACTUAL NETO (VAN):

$$VAL = P * R^{-n}$$

$$R = (1 + r)^{-n}$$

donde :

r = Tasa de interés

n = Número de años

| | |
|--------------------|-------------------|
| VAL (40%) = | 33945.48 |
| VAL (50%) = | 7768.42 |
| VAL (60%) = | -14311.51 |
| VAL (70%) = | - 31623.46 |

8.10. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR):

$$TIR = r_i + (r_s - r_i) \left[\frac{VA_i}{VA_i - VA_s} \right]$$

donde:

r_i = tasa inferior

r_s = tasa superior

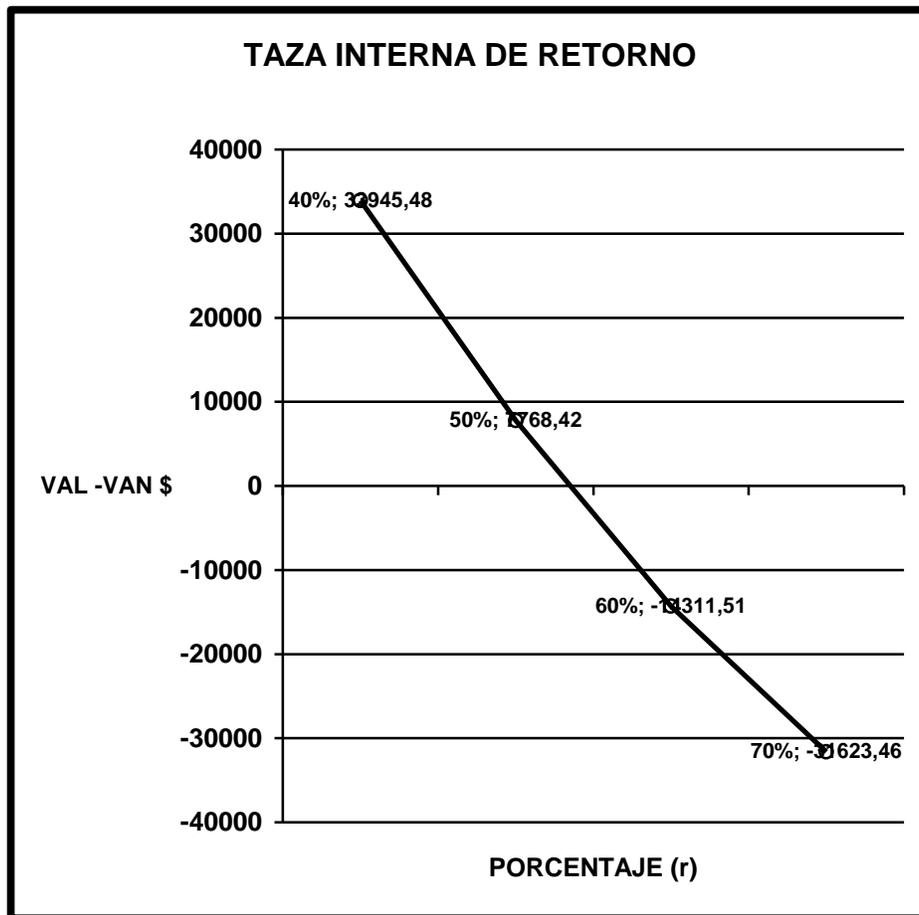
VA_i = valor actual inferior

VA_s = valor actual superior

$$TIR = 50 + (60 - 50) \left[\frac{7768.42}{7768.42 - (-14311.51)} \right]$$

$$\mathbf{TIR = 53.51\%}$$

OBSERVACIÓN.- La tasa interna de retorno es un dato referencial y/o relativo que se debe considerar para el presente proyecto u otro proyecto a desarrollarse.



Por lo tanto la Tasa Interna de Retorno esta situada en 53.51%. La T.I.R. es la Rentabilidad Relativa del presente proyecto.

*** POR LO TANTO PARA EL FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO:**

Se tiene que será necesaria la participación directa de inversionistas, o se lo puede hacer en base a préstamo bancario; ya que en el proyecto se ve necesaria la inversión no sólo para el desarrollo del presente proyecto, sino también para el avance de más exploraciones en los sectores que no han sido explorados del Área Minera "Jabonillo", ya que resulta rentable la inversión.

CONCLUSIONES

Al finalizar el presente proyecto de Elección del Sistema de Explotación para los Yesos existentes en el área minera "Jabonillo", parroquia Malacatos, cantón Loja; podemos concluir con lo siguiente:

- La delimitación topográfica y geológica se los efectuó dentro de los trabajos de campo desarrollados, determinando la posición exacta del yacimiento de mineral (YESO) y la identificación de rocas constituidas como sobrecarga y de toda el área en estudio.
- Mediante los datos recogidos por el muestreo y por los ensayos de laboratorio analizados respectivamente tanto para el mineral y estéril se conoció la valoración cualitativa del mineral en el yacimiento con una alta pureza del 94 % presente en el área, consecuentemente con la estimación y cálculo de las reservas se obtuvo la valoración cuantitativa del yacimiento que es de 6.6175,97 Ton. de reservas probadas; concluyendo la factibilidad para la explotación técnica del mineral.
- Luego de los diferentes cálculos realizados y siguiendo los procedimientos técnicos de explotación, tenemos que el tiempo de vida útil de la cantera es de 7 años.
- El sistema de explotación que se viene efectuando no es el más adecuado; ya que la explotación la realizan siguiendo el yacimiento a profundidad sin tomar en cuenta el aumento de volumen de sobrecarga, lo que conlleva a un peligro constante durante la extracción del mineral.
- El sistema de explotación elegido para el área de estudio es la más acorde y óptimo para la extracción de mineral y económicamente rentable por sus condiciones de yacencia cumpliendo con los requerimientos técnicos; ya que el yacimiento ha sido explotado con anterioridad (10 años aproximadamente atrás), lo que se evidenció claramente la falta de conocimiento técnico –minero por quienes laboran en esta actividad e igualmente de asesoramiento técnico, tanto en la fase exploratoria como de explotación del yeso.
- En los procesos de perforación se tiene grandes problemas, como la falta de una malla de perforación, así como implementos de seguridad del personal y de trabajo, lo que disminuye la productividad del mismo.

- Debido a las malas voladuras que se realizan en área minera, da lugar a que se obtenga una gran cantidad de material no condicionado, disminuyendo el rendimiento de operaciones de carga y transporte de mineral, aumentando el gasto de sustancia explosiva en la realización de voladuras secundarias y en la ocupación de sobre-tiempo del personal.
- Se desarrollo la base de información de datos referidos a las afectaciones ambientales de la actividad minera en el área con su respectivo Plan de Manejo Ambiental recomendado. Estas consideraciones ambientales son aplicables al área y todo el sector aledaño al mismo (San José y La Merced) inmersos en la actividad productiva minera de Yeso en Malacatos por tener el mismo origen y formación sedimentaria de éstos yacimientos yesíferos.
- La maquinaria elegida y empleada para las labores de explotación cumplen con todos los requerimientos básicos y técnicos y fundamentalmente que se la puede adquirir en nuestro medio, que son disponibles por empresas o compañías encargadas de la venta de equipos mecánicos para minería.
- En base al análisis técnico económico realizado nos permite decidir en forma clara la adquisición de maquinaria para la explotación del área; ya que si se efectuaría el alquiler de la maquinaria para la misma se obtendrían egresos considerables en relación de 2 y 3 a 1 aproximadamente, lo que no es factible ni económicamente rentable, ya que toda actividad minera se debe desarrollar con el menor costo económico posible con la finalidad de obtener una mayor utilidad, que podría ser empleada en el estudio y análisis de implementación de una planta de tratamiento y beneficio a lo posterior en el área y sector minero.

RECOMENDACIONES

Una vez concluido el presente proyecto podemos acotar las siguientes recomendaciones prácticas que van en beneficio del área y de todo este sector minero cercano a l mismo:

- Para una mayor productividad y mejoramiento del transporte del mineral hacia las empresas tanto cementeras como de fabricación de fertilizantes, se debe efectuar un mantenimiento y mejoramiento continuo de las vías hacia los sectores mineros productivos de Malacatos por parte de las instituciones gubernamentales como son: el H. Consejo Provincial de Loja y del I. Municipio de Loja a igual que la Dirección de Obras Públicas en Loja.
- Realizar actualizaciones de datos y fomentar por parte de la Dirección Regional de Minería de Loja y de organismos como PREDESUR u otras entidades inmersas en la actividad minera en lo referente a minerales no metálicos en la ciudad y Provincia de Loja, particularmente del yeso, caliza, arcilla entre otros. Dar a conocer su aplicación y beneficios de éstos minerales a partir de su materia prima constitutiva, lo que conllevaría a un incremento en la inversión y producción minera fomentando al desarrollo del austro del país.
- El Sistema de Explotación elegido es recomendado para las demás áreas mineras presentes en el sector de Malacatos, ya que todas ellas han sido trabajadas sin asesoramiento ni conocimiento técnico fuera de un contexto de organización y planificación de laboreo minero. Ya que el presente trabajo presenta información clara y práctica dentro del campo de su aplicabilidad actual.
- El tiempo de vida del yacimiento tiende a ser proyectado a mayor tiempo, que en presente trabajo elaborado, por referencias geológicas y de muestreo se evidencia la proyección en sus extremos del yacimiento. Lo que se recomienda de manera indispensable a lo posterior realizar un sondeo mediante perforaciones a profundidad estimada de 100-200m. con la finalidad de actualizar y tener unas reservas futuras del mineral a explotarse.

- De acuerdo a lo mencionado anteriormente, es recomendado el análisis y estudio a lo posterior de un sistema de explotación no solo a cielo abierto, sino también una alternativa de explotación subterránea e indudablemente que va a estar en directa relación con el coeficiente de destape y de la profundidad límite de la cantera para su aplicación.
- Para las operaciones de carga y transporte tanto del estéril como de mineral, se recomienda utilizar la maquinaria propuesta en el proyecto, indicando que ésta no es indispensable sino que se puede modificarla o cambiarla acorde con las características técnicas de trabajo en la cantera; ya que por parámetros técnicos es el más recomendado para trabajos pesados y de minería.
- En la organización de los trabajos se debe realizar cronogramas diarios, mensuales y anuales de trabajo, lo que permitirá una mejor optimización tanto de los recursos humanos como de los materiales, logrando un eficaz control y distribución de las actividades, señalando con toda precisión las correspondientes responsabilidades.
- Se recomienda tener un estudio tanto económico como ambiental actualizado periódicamente del área de estudio, con el objetivo de no interrumpir el avance y desarrollo de las labores mineras, previniendo los imprevistos u otro tipo de actividades directas o indirectas, que no sean referentes a la de explotación del mineral (Yeso).