UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVALBES

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

"SISTEMA DE TRATAMIENTO Y MANEJO PARA DESECHOS SÓLIDOS Y EFLUENTES LÍQUIDOS DE LA PLANTA DE BENEFICIO DEL ÁREA MINERA "LAS PARALELAS" DE LA EMPRESA MINERA AGRIMROC S.A; UBICADA EN EL SECTOR SAN GERARDO DE CHAUPITRANCA, CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ, JURISDICCIÓN DE L PROVINCIA DEL AZUAY". PERIODO MAYO 2008-FEBRERO 2009.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

AUTORAS: **Mariana de Jesús Yaguana Morocho.**

Maritza Lorena Dominguez Moreno.

DIRECTOR: **Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg. Sc.**

LOJA – ECUADOR

2009

Loja, 26 de Marzo del 2009

Ing. Carlomagno Chamba Tacuri

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Certifica:

Haber dirigido y revisado detalladamente el presente documento de investigación previo a la obtención del titulo de Ingeniería en la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial de las Srtas egresadas. Maritza Lorena Domínguez y Mariana de Jesús Yaguana Morocho, el mismo que se ha denominado: "Sistema de Tratamiento y Manejo para Desechos Sólidos y Efluentes Líquidos de la Planta de Beneficio del Área Minera "Las Paralelas" de la empresa minera AGRIMROC S.A; ubicada en el sector San Gerardo de Chaupitranca, Cantón Camilo Ponce Enríquez, jurisdicción de la Provincia del Azuay": Periodo MAYO 2008 – FEBRERO 2009.

En tal virtud autorizo la presentación correspondiente para el estudio por parte del tribunal competente y consecuente para la sustentación pública, dado que cumple con las disposiciones reglamentarias de graduación que exige la Universidad Nacional De Loja.

Atentamente:

Ing. Carlomagno Chamba Tacuri

DIRECTOR DE TESIS

“Sistema de Tratamiento y Manejo para Desechos Sólidos y Efluentes Líquidos de la Planta de Beneficio del Área Minera “Las Paralelas” de la empresa minera AGRIMROC S.A; ubicada en el sector San Gerardo de Chaupitranca, Cantón Camilo Ponce Enríquez, jurisdicción de la Provincia del Azuay”.

AUTORIA

El desarrollo del presente trabajo establece un conjunto de estudios técnicos que permiten el manejo y tratamiento de desechos sólidos y efluentes líquidos de la Planta de Beneficio del Área Minera "Las Paralelas" de la empresa minera AGRIMROC S.A.".

Dicho trabajo constituye una fuente importante de consulta para la sociedad minera, institución universitaria, docentes, alumnos, y demás personal relacionado con temas afines a nuestro perfil profesional. El desarrollo del presente proyecto de investigación contiene ideas, criterios, resultados, conclusiones y recomendaciones que son de exclusiva responsabilidad de las autoras.

Mariana de Jesús Yaguana Morocho Maritza Lorena Domínguez Moreno

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien ha permitido la realización y culminación con éxito del presente proyecto de investigación.

A la Universidad Nacional de Loja, al Área de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, por ofrecer a la sociedad y juventud en general la oportunidad de prepararse en la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, a su coordinador y a todos los docentes por ser entes activos en la formación educativa y a todo su personal administrativo, que siempre estuvieron prestos en ayudarnos oportunamente.

Al Ingeniero Carlomagno Chamba, director de tesis por su tiempo compartido y de manera especial a los Ingenieros Michael Valarezo, Julio Romero y Jorge Gahona por el tiempo paciencia e invalorables conocimientos compartidos durante el desarrollo del presente estudio de investigación.

A la compañía minera AGRIMROC. S.A, representada en la persona del Sr. Gerente Polivio Romero, por habernos permitido el desarrollo del tema de investigación en las instalaciones del área minera a su cargo. Al Ing. Hugo Burí, por facilitarnos la información requerida y por sus valiosos conocimientos profesionales.

A nuestros padres cimientos firmes en muestra formación como seres humanos y hoy como profesionales, agradecemos su sacrificio diario por hacernos mujeres con miras a alcanzar todas nuestras metas y propósitos sin olvidar nuestras costumbres.

A todos ellos gracias.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico especialmente; a Dios creador de mis días, quien me ha prestado la vida, la salud, el temple, la fortaleza, y confianza necesarias para cumplir una más de mis metas.

A mis padres que me educaron con su infinito amor y esfuerzo, a ellos quienes supieron enseñarme lo que vale la virtud del sacrificio y honradez para llegar a esta fase tan importante en mi vida, como es la de ser una mujer con un presente que espera de mi lo mejor.

Mariana de Jesús Yaguana Morocho.

A mis padres, José Domínguez y Teresa Moreno, que con su amor y comprensión me guiaron en cada fase de mi vida para la culminación de mis estudios.

Como también mi hermana Guadalupe por su cariño y compañía que me brindo en cada momento.

Con profuso amor a mi esposo Luis y de manera muy especial lo dedico a mi hijo Luis Alejandro quien me ha motivado para cumplir mis metas.

A mis familiares Miguel Cumbicus y Gloria Ovando a quienes sinceramente agradezco por su apoyo incondicional, confiándoles mi respeto y mi admiración.

A mis tíos Freddy y Teresa, quienes me brindaron afecto y comprensión en los momentos difíciles que atravesé.

Maritza Lorena Domínguez Moreno

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación constituye un conjunto de parámetros técnicos, establecidos en base a la interpretación de análisis de los diferentes factores ambientales, con el objetivo de caracterizar los desechos sólidos y efluentes líquidos de la planta de tratamiento y beneficio del área minera "Las Paralelas", los cuales consecutivamente facilitaron el diseño de un sistema para tratar este tipo de elementos producto de las labores mineras.

Con la interpretación de los resultados obtenidos de laboratorio, cálculos, valoración y jerarquización de impactos ambientales, y demás información recopilada se elabora la base de datos para el diseño del sistema antes mencionado, el mismo que se fundamenta en un plan de medidas ambientales, técnicas e ingenieriles; orientadas a prevenir, controlar y mitigar impactos que al implementar el sistema surjan como procesos de la actividad minera.

Partiendo de la base de datos se determina que el sector de estudio no presenta parámetros de contaminación que sobrepasen los niveles permisibles, pero si se requiere la implementación de medidas que reduzcan los impactos causados en el factor agua y suelo, los mismos que presentan un nivel de acidez elevado según las normas internacionales establecidas para su control.

Considerando los volúmenes, características y composición de relaves producidos en las fases de beneficio y teniendo en cuenta las características actuales del ambiente se determina, que el sector destinado para el depósito de relaves no cumple con todas las condiciones necesarias para su ejecución, por lo cual se ha establecido un sistema de manejo inmediato apoyado a planes de manejo para desechos sólidos y líquidos producto de las actividades a desarrollarse durante la ejecución del proyecto.

SUMMARIZE EXECUTIVE

The present investigation project constitutes a group of technical parameters, established based on the interpretation of analysis of the different environmental factors, with the objective of characterizing the solid waste and liquid effluents of the treatment plant and benefit of the mining area "The Parallel ones", those which consecutively facilitated the design of a system to treat this type of elements product of the mining works.

With the interpretation of the obtained results of laboratory, calculations, valuation and hierarchization of impacts environmental, and other gathered information is elaborated the database before for the design of the system mentioned, the same one that is based in a plan of environmental, technical measures and ingenieriles; guided to prevent, to control and to mitigate impacts that arise as processes of the mining activity when implementing the system.

Leaving of the database is determined that the study sector doesn't present parameters of contamination that surpass the permissible levels, but if the implementation of measures is required that reduce the impacts caused in the factor it dilutes and floor, the same ones that present a level of high acids according to the established international norms for its control.

Considering the volumes, characteristic and relaves composition taken place in the phases of benefit and keeping in mind the current characteristics of the atmosphere is determined that the sector dedicated for the relaves deposit doesn't complete with all the necessary conditions for its execution, reason why a system of leaning immediate handling has settled down to handling plans for waste solid and liquid product of the

activities to be developed during the execution of the project.

ANTECEDENTES

La minería es una actividad que ha venido practicándose desde hace aproximadamente 40 mil años antes de Cristo, el hombre primitivo aprendía a manipular los materiales de su alrededor, a confeccionar herramientas hechas de rocas y la extracción de minerales. Cuando las rocas aprovechables de la superficie se agotaron los primeros hombres se interesaron en la excavación, las primeras minas tomaron apenas la forma de fosos superficiales, cuya profundización se volvió poco a poco una necesidad, entre los minerales más deseados estaba el ocre rojo, usado tanto para pintar cuevas, como en rituales a manera de pigmento.

La minería en el Ecuador del siglo 21 se encuentra en un punto de transición. A pesar de la antigua tradición minera del país, particularmente en actividades en pequeña escala de extracción de minerales metálicos, no metálicos y materiales de construcción, el sector minero ha permanecido siempre a la sombra del sector hidrocarburífero como un sector marginal. En la actualidad, las posibilidades de un desarrollo minero en escala industrial plantean serios retos al país, pues existe un importante potencial minero que se esta descubriendo.

A pesar de que la actividad minera metálica, particularmente de oro, en el Ecuador tiene una larga experiencia, tanto a mediana escala como en pequeña escala, no existen estudios ni estadísticas continuas que permitan observar las grandes tendencias a fines

del siglo XX y del siglo XXI.

La atención académica al problema ha sido reducida, posiblemente por el poco impacto que esta actividad tiene en la vida social, en la estructura económica y en los procesos políticos ecuatorianos. Es reciente una visión del Estado que considera la minería en pequeña escala y artesanal con potencial de desarrollo económico nacional dándose reconocimiento a esta actividad.

En la mayoría de las minas de roca dura, la extracción se realiza mediante perforación y voladura. Primero se realizan agujeros con perforadoras de aire comprimido o hidráulicas, a continuación se insertan barrenos en los agujeros y se hace explotar la roca la misma que se fractura y puede ser extraída.

Después se emplean máquinas de carga especiales muchas veces con motores a diesel y neumáticos para cargar la roca volada y transportarla hasta galerías especiales de gran inclinación. La roca cae por esas galerías y se recoge en el pozo de acceso, donde se carga en contenedores especiales denominados cucharones y se saca de la mina. Más tarde se transporta a la planta de beneficio, si es mineral, o a la escombrera, si es material de desecho.

Para poder acceder al yacimiento de mineral hay que excavar una red de galerías de acceso, que se suele extender por la roca de desecho que rodea el yacimiento. La extracción del mineral propiamente dicho se denomina arranque, y la elección del método depende de la forma y orientación del yacimiento. En los depósitos tubulares horizontales hay que instalar sistemas de carga y transporte mecanizados para manejar la roca extraída.

En los yacimientos muy inclinados, una gran parte del movimiento de la roca puede efectuarse por gravedad, en el método de socavación de bloques se aprovecha la fuerza de la gravedad incluso para romper la roca; se socava el bloque que quiere extraerse y se deja que caiga por su propio peso.

La minería subterránea es la más peligrosa, por lo que se prefiere emplear alguno

de los métodos superficiales siempre que resulte posible. Además, la explotación subterránea de un yacimiento exige una mayor complejidad técnica, aunque las instalaciones para la extracción varían notablemente según las características de la estructura del propio yacimiento, del tamaño de la unidad de producción y del costo de la inversión.

En el Ecuador la minería subterránea se ha desarrollado en gran medida principalmente en los sectores del Sur del país como El Oro, Zamora y Azuay. Un yacimiento vetiforme se ubica en la parroquia Camilo Ponce Enríquez, cantón Ponce Enríquez, jurisdicción de la provincia del Azuay, en las estribaciones del flanco occidental de la Cordillera Occidental de los Andes al Suroeste del Ecuador, abarcando parte de la cordillera del Cachi a una altitud entre 800 y 1800 msnm.

El área minera "Las Paralelas" se encuentra a 30 Km al Este del Océano Pacífico y dentro de la misma se localizan las comunidades de San Gerardo, San Antonio y Naranjillas, la población cercana más importante es Shumiral, ubicada al Noroeste.

El Estado Ecuatoriano, por intermedio de la Dirección Regional de Minería del Azuay, ha otorgado a favor de la Compañía Agrícola Minera AGRIMROC S.A. el titulo de Concesión Minera del área "Las Paralelas" (Código 462); concesión ubicada en el sector San Gerardo de Chaupitranca, cantón Camilo Ponce Enríquez, jurisdicción de la provincia del Azuay. La fecha de otorgamiento del título respectivo fue el 9 de Julio del 2001, protocolizado el 18 de Julio e inscrito el 20 de Julio del mismo año.

La Compañía **AGRIMROC S.A**. a efectos de cumplir con las obligaciones dispuestas en el numeral 5 del titulo del área minera **"LAS PARALELAS"** Código 462, y el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador, presenta la Auditoria Ambiental del área minera de su titularidad.

Los estudios de evaluación de impacto y planes de manejo ambiental presentados en años anteriores han sido aprobados, desde esos periodos a la fecha han cambiado varios procesos de explotación y beneficio; se han ampliado los trabajos mineros y plantas de

beneficio, por su adelanto y aplicación tecnología; por lo que se ha presentado y aprobado el EIA ampliatorio (Noviembre 2006), la AA. correspondiente al año 2007, y la última AA. correspondiente al año 2008.

El título minero corresponde a las fases de exploración, explotación y beneficio de minerales metálicos, cuenta con una superficie de 360 hectáreas mineras contiguas, manifestadas 127 hectáreas en producción comercial.

Con la AA, el concesionario garantizará que las actividades mineras que se están realizando, se las ejecute de una manera legal, segura y racional, cumpliendo con las normas de seguridad e higiene minera, medidas de control y protección ambiental; con el propósito de velar la integridad física de todos los involucrados en el área minera **"LAS PARALELAS"**, de esta manera garantizar una explotación minera técnica y sustentable.

Con el propósito de continuar con las actividades mineras subterráneas a pequeña escala y el beneficio de minerales, el área minera "Las Paralelas" permite la ejecución del proyecto de tesis basado en la necesidad de minimizar y prevenir mayores impactos al ambiente, mediante un diseño de un sistema de tratamiento tanto para desechos sólidos como para efluentes líquidos, producto de los procesos finales que se realizan en la planta de beneficio del área antes mencionada.

INDICE

TEMA

CERTIFICACIÓN

AUTORIA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO

ANTECEDENTES

CAPITULO 1 **Pág.**

1. INTRODUCCION **1**
1.1 OBJETIVOS **2**
1.1.1 OBJETIVO GENERAL 2
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
1.2 IMPORTANCIA **3**
1.3 ALCANCE **3**

CAPITULO 2

2. REVISIÓN DE LITERATURA **5**
2.1 DATOS GENERALES
2.1.1 TOPOGRAFÍA 5
2.1.2 GEOMORFOLOGÍA 5
2.1.3 GEOLOGÍA 6
2.1.4 MINERALIZACIÓN 6
2.2 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO
2.2.1 SUELO 7
2.2.2 CLIMA 7
2.2.3 HIDROLOGÍA 7
2.2.4 PAISAJE 7

2.3 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO
2.3.1 FLORA 8
2.3.2 FAUNA 8
2.4 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO-CULTURAL
2.4.1 DEMOGRAFÍA 9
2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES MINERAS
2.5.1 GALERÍA 9
2.5.2 DESQUINCHE 9
2.5.3 ROCA ESTÉRIL 10
2.5.4 ROCA DE CAJA 10

2.6 DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO
2.6.1 MOLIENDA 10
2.6.2 BENEFICIO 10
2.6.3 AFINO 10
2.7 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS POR ETAPA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO
2.7.1 RESIDUO 11
2.7.2 RESIDUOS BIODEGRADABLES 11
2.7.3 RESIDUOS PELIGROSOS 11
2.8 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
2.8.1 IMPACTOS AMBIENTALES 12
2.8.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 12
2.8.3 SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS 12
2.8.4 MATRIZ DE LEOPOLD 14
2.8.5 CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 16
2.8.5.1 Impacto Mayor 16
2.8.5.2 Impacto Moderado 16
2.8.5.3 Impacto Menor 17
2.8.6 MAGNITUD DE IMPACTOS 17
2.8.7 IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS 18

2.9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y MANEJO DE RESIDUOS
2.9.1 MANEJO DE RESIDUOS 20
2.9.2 RELAVE 21
2.9.3 MURO DE CONTENCIÓN 21

CAPITULO 3

3. MATERIALES Y MÉTODOS
3.1 MATERIALES 22
3.2 MÉTODOS 23

CAPITULO 4

4. DECRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO
4.1 ACCESO 27
4.2 UBICACIÓN ADMINISTRATIVA 27
4.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA 28

4.4 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO 29
4.4.1 GEOMORFOLOGÍA 29
4.4.2 TOPOGRAFÍA 29
4.4.3 GEOLOGÍA REGIONAL 30
4.4.3.1 Basamento Metamórfico Pre- Cretácico 32
4.4.3.2 Corteza Oceánica 32
4.4.3.3 Arco Insular 33
4.4.3.4 Arco Continental 35
4.4.3.5 Magmatismo 35
4.4.4 GEOLOGÍA LOCAL 37
4.4.4.1 Unidades Litológicas 38
4.4.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 41
4.4.6 MINERALIZACIÓN 42
4.4.6.1 Alteraciones 43
4.4.6.2 Leyes 45
4.4.7 CLIMA E HIGROLOGÍA 45
4.4.7.1 Clima 45
4.4.7.2 Hidrología 48
4.4.8 SUELOS 49
4.4.8.1 Usos del Suelo 49
4.4.9 BOSQUES PROTECTORES Y ÁREAS DE INTERÉS AMBIENTAL 49
4.4.10 ÁREAS DE PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO 50

4.5 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO
4.5.1 FLORA 50
4.5.2 FAUNA 51
4.6 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIO-AMBIENTAL
4.6.1 POBLACIÓN 52
4.6.2 EDUCACIÓN 53
4.6.3 SALUD 54
4.6.4 INFRAESTRUCTURA VIAL 54
4.6.5 VIVIENDA 55
4.6.6 SERVICIOS BÁSICOS 55
4.6.7 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS 57

4.7 DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES MINERAS
4.7.1 PERFORACIÓN 61

4.7.2 VOLADURA 62
4.7.3 VENTILACIÓN 62
4.7.4 ILUMINACIÓN 63
4.7.5 CARGA 63

4.7.6 TRANSPORTE 63
4.7.7 APILAMIENTO INTERNO 64
4.8 DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO
4.8.1 CRIBADO 66
4.8.2 TRITURACIÓN 66
4.8.3 MOLIENDA 67
4.8.4 BENEFICIO 67
4.8.5 CIANURACIÓN 67
4.8.6 AMALGAMACIÓN 68
4.8.7 AFINO 69
4.8.8 FUNDICIÓN Y ELEVADORES DE PUREZA 69

4.9 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS POR ETAPA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO
4.9.1 RESIDUOS Y TIPOS DE RESIDUOS 71
4.9.2 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA PLANTA DE BENEFICIO DEL ÁREA MINERA "LAS PARALELAS 74
4.9.2.1 Residuos en Apilamiento 74
4.9.2.2 Residuos en Cribado 74
4.9.2.3 Residuos en Procesamiento Mecánico 74
4.9.2.4 Residuos en Beneficio 75
4.9.2.5 Residuos en Afino 76
4.10 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
4.10.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 77
4.10.1.1 MEDIO FÍSICO 77
4.10.1.2 MEDIO BIÓTICO 82
4.10.1.3 PERCEPCIÓN PAISAJÍSTICA 83
4.10.1.4 MEDIOSOCIO-ECONÓMICO-CULTURAL 83
4.10.2 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 84
4.10.3 CRITERIOS DE JERARQUIZACIÓN 87
4.10.4 DICTAMEN 88

4.11 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y MANEJO DE RESIDUOS
4.11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 92
4.11.1.1MANEJO DE RESIDUOS EN APILAMIENTO 93
4.11.1.2MANEJO DE RESIDUOS EN CRIBADO-TRITURACIÓN-MOLIENDA 94
4.11.1.3MANEJO DE RESIDUOS EN CIANURACIÓN 95

4.11.1.4 CONTROL EN EL USO Y MANEJO DE MERCURIO 96
4.11.1.5 CONTROL EN EL USO Y MANEJO DE ÁCIDOS 97
4.11.2 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS BIODEGRADABLES 98
4.11.3 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS NO DEGRADABLES 98

4.12 DISEÑO DEL DEPÓSITO DE LA RELAVERA PARA EL ÁREA MINERA "LAS PARALELAS"

4.12.1 ANÁLISIS DE FACTORES 99
4.12.1.1 Factores Primarios Vs Suelo De Fundación 99
4.12.1.2 Factores Secundarios Vs Suelo De Fundación 101
4.12.2 OPCIONES DE DISPOSICIÓN PARA RELAVES 104
4.12.3 CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE RELAVE 105
4.12.4 PRINCIPIOS BÁSICOS PARA LA RELAVERA 107
4.12.5 OPCIONES DE DESCARGA DE LOS RELAVES 108
4.12.6 FACTORES EN EL DISEÑO DE LA RELAVERA 109
4.12.6.1 Pendiente 109
4.12.6.2 Permeabilidad e Infiltración 109
4.12.7 COMPONENTES BÁSICOS DEL DEPÓSITO DE RELAVERA 110
4.12.8 FUNCIONAMIENTO DE LA RELAVERA 114
4.12.9 MONITOREO DE LA RELAVERA 115
4.12.10 FILTRO DINÁMICO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS DE RELAVE 117
4.12.11 CIERRE Y ABANDONO DE LA RELAVERA 118

CAPITULO 5

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 119

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES 122
6.2 RECOMENDACIONES 123

CAPITULO 7

7. BIBLIOGRAFÍA..... 127

CAPITULO 8

8. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DEL DISEÑO DE DEPÓSITO PARA RELAVES DEL ÁREA MINERA "LAS PARALELAS"..... 129

9. ANEXOS

9.1 ANEXOS Nro. 1 133
9.2 ANEXOS Nro. 2 134
9.3 ANEXOS Nro. 3 135

INDICE DE TABLAS

Nro. DE TABLA **CONTENIDO** **Pág.**

CAPITULO 4

1. LÍMITE DE LA CONCESIÓN "LAS PARALELAS" 28
2. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES 51
3. DESCRIPCIÓN POBLACIONAL 53
4. CRONOGRAMA DE LABORES SUBTERRÁNEAS 65
5. CRONOGRAMA DE LABORES DE LA PLANTA DE BENEFICIO 69
6. ANALISIS DE METALESPESADOS PRESENTES EN EL AGUA 78
7. ANALISIS MICROBIOLÓGICO Y BIOLÓGICO DE AGUA 79
8. ANALISIS DE MÉTALES PESADOS PRESENTES EN EL SUELO 80
9. TEXTURA Y ESTRUCTURA DEL SUELO 82
10. EN FUNCIÓN DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 85
11. VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES 85
12. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 87
13. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL ÁREA MINERA "LAS PARALELAS" 90
14. MATRIZ DE PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL ÁREA MINERA "LAS PARALELAS" 91
15. PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE LA ROCA 101
16. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO 102
17. CONDICIONES DEL SUELO 104
18. TIEMPO DE VIDA DE LA RELAVERA 106
19. CAPACIDAD DE LA RELAVERA 106

INDICE DE FOTOS

Nro. DE FOTO **CONTENIDO** **Pág.**

CAPITULO 4

1. ..... MO
DELO DE MINERALIZACIÓN 43
2. ..... PE
RFORADORAS ROTO-PERCUSIVAS NEUMÁTICAS 62
3. ..... TR
ANSPORTE DEL MINERAL 63
4. ..... SA
LIDA DEL MATERIAL 64
5. ..... PL
ANTA DE BENEFICIO 68
6. ..... DE
SECHOS DOMÉSTICOS 72
7. ..... AR
ENA DE RELAVES 73
8. ..... DE
SECHOS LÍQUIDOS 73
9. ..... SIT
IO DESTINADO PARA LA RELAVERA 107

INDICE DE GRÁFICOS

Nro. DE GRÁFICO **CONTENIDO** **Pág.**

CAPITULO 4

1. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA CORDILLERA SAN GERARDO 41
2. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS 87
3. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS 88
4. UBICACIÓN SÍSMICA DE LA ZONA DE ESTUDIO 100
5. DIMENSIONES DEL MURO DE CONTENCIÓN 113

INDICE DE FIGURA

Nro. DE FIGURA **CONTENIDO** **Pág.**

CAPITULO 4

1. UBICACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ÁREA MINERA "LAS PARALELAS" 28
2. FUERZAS ACTUANTES EN LA GEOMENBRANA 114

INDICE DE DIAGRAMAS

Nro. De DIAGRAMA **CONTENIDO** **Pág.**

1. LABORES SUBTERRÁNEAS EN EL ÁREA MINERA "LAS PARALELAS" 65
2. LABORES DE LA PLANTA DE BENEFICIO 70

1. INTRODUCCIÓN

La actividad minera en los países en vías de desarrollo, aquellos que como resultado de un orden económico injusto no tienen acceso a grandes capitales necesarios para adquirir tecnologías más productivas, se muestra como una actividad dañina del medio ambiente, sin embargo, se considera que el problema no está en la minería como proceso, sino en la forma en que se produce su explotación y en el sistema socio político.

La minería, como la mayoría de las actividades humanas, ocasiona daños inmediatos a la naturaleza, sin embargo es una importante fuente de obtención de riquezas que contribuyen al logro de la sustentabilidad de las comunidades, promoviendo la participación activa de todos los actores sociales.

Los recursos que la minería produce en las diferentes etapas desde el conocimiento minero geológico, hasta la creación de sitios de interés patrimonial establecen alternativas para la existencia de un desarrollo que contribuya a la adecuada sustentabilidad respetando la diversidad cultural de las comunidades. En un país en vías de desarrollo como el nuestro, en donde los recursos minerales han permanecido sin explotarse durante siglos, debe tenerse un tratamiento propio, acorde con las conveniencias del desarrollo socio – económico y ambiental del país.

El Ecuador no puede renunciar a utilizar en su propio beneficio los minerales que hasta el momento se encuentran inexplorados, sabiendo que esta actividad constituye una fuente alterna de ingresos que en corto tiempo reemplazará al petróleo.

Los yacimientos de minerales que coincidentemente se encuentran dentro de áreas de reserva natural por ningún motivo deberán permanecer aislados, al contrario deberán tomarse las decisiones técnicas que se requieran para entrar en una explotación racional y tecnificada, con el compromiso de llevar adelante un manejo adecuado de conservación del ecosistema.

Por tanto, el desarrollo del presente proyecto de investigación tiene su enfoque directo a tratar de forma específica el manejo de los desechos sólidos y efluentes líquidos producto de las actividades que se realizan dentro de la planta de beneficio del área minera "Las Paralelas", lo que permitirá prevenir y mitigar posibles afecciones al medio ambiente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar el sistema de tratamiento y manejo para los desechos sólidos y efluentes líquidos generados en la planta de tratamiento y beneficio aurífero del área minera "Las Paralelas".

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los desechos sólidos y efluentes líquidos, de la planta de tratamiento y beneficio del área minera.

- Análisis de los resultados obtenidos para la implementación de un diseño ingenieril en la planta de tratamiento y beneficio.

- Formular alternativas de solución que permiten la implementación de un diseño ingenieril para la ubicación y reubicación de los desechos sólidos y efluentes líquidos generados por la actividad minera aurífera.

1.2 IMPORTANCIA

El desarrollo del presente proyecto de investigación, tiene como propósito fundamental, el diseño de un sistema de manejo para desechos sólidos y efluentes líquidos, derivados del proceso y actividades en la planta de beneficio del área minera

"Las Paralelas", de la empresa minera AGRIMROC S.A; ubicada en el sector San Gerardo de Chaupitranca, Cantón Camilo Ponce Enríquez, jurisdicción de la Provincia del Azuay".

La importancia del desarrollo del presente proyecto de investigación de basa en la necesidad de minimizar impactos a los factores ambientales, mediante un diseño ingenieril de un sistema que permita tratar y manejar adecuadamente los desechos provenientes de las fases de beneficio.

Además el proyecto de investigación, se fundamenta en la realización de los respectivos análisis de laboratorio de los factores ambientales, los cuales serán analizados de manera minuciosa para el diseño de las medidas de manejo de relaves provenientes de las etapas de la planta de beneficio.

1.3 ALCANCE

El presente proyecto de investigación engloba los siguientes aspectos.

- Descripción general del área de estudio.
- Descripción del actual sistema de tratamiento y beneficio del área minera "Las Paralelas".
- Identificación de los tipos de residuos de la planta de beneficio del área minera "Las Paralelas".
- Muestreo, análisis e interpretación de los resultados de los factores ambientales, requeridos para el diseño de un sistema de manejo de los desechos sólidos y efluentes líquidos.
- Identificación y valoración de los impactos ambientales del sector de estudio.
- Delimitación del sector destinado para el diseño del sistema de tratamiento de los desechos sólidos y efluentes líquidos.
- Diseño ingenieril del depósito de relaves para el almacenamiento de las colas finales producto de los procesos de beneficio.
- Evaluar las características físicas-mecánicas de suelo y roca del sector destinado al

depósito de relaves, los cuales servirán para diseñar técnicamente la relavera.

- Proponer un monitoreo para el funcionamiento de la relavera diseñada.
- Conclusiones y recomendaciones para el funcionamiento adecuado del sistema implementado en el área minera "Las Paralelas"
- Elaboración del presupuesto general.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DATOS GENERALES

2.1.1 Topografía

[1]"Ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco. (Grados sexagesimales)

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que se llama comúnmente Levantamiento. La mayor parte de los levantamientos, tienen por objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en le campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía".

2.1.2 Geomorfología

[1]"http://www.monografias.com/trabajos14/topograf/topograf.shtml+TOPOGRAF.ec"

Estudio científico de la forma del terreno y de los paisajes, del aspecto geológico del terreno visible. Esta ciencia se ha desarrollado de dos formas distintas que unidas ofrecen una explicación completa de la forma de los paisajes.

2.1.3 Geología

Geología (del griego, *geo*, 'tierra' y *logos*, 'conocimiento', por lo tanto, tratado o conocimiento de la Tierra), campo de la ciencia que se interesa por el origen del planeta Tierra, su historia, su forma, la materia que lo configura y los procesos que actúan o han actuado sobre él. Es una de las muchas materias relacionadas como ciencias de la Tierra, o geociencias, y los geólogos son científicos de la Tierra que estudian las rocas y los materiales derivados que forman la parte externa de la Tierra. Para comprender estos cuerpos, se sirven de conocimientos de otros campos, como la física, la química y la biología.

La geología no sólo implica el estudio de la superficie terrestre, también se interesa por el interior del planeta. Este conocimiento es de interés científico básico y está al servicio de la humanidad.

De esta forma, la geología aplicada se centra en la búsqueda de minerales útiles en el interior de la tierra, la identificación de entornos estables, en términos geológicos, para las construcciones humanas y la predicción de desastres naturales asociados con las fuerzas geodinámicas.

2.1.4 Mineralización

Es la descripción, el análisis de la forma externa y de la estructura interna de los cristales naturales y artificiales, sus propiedades físicas y químicas, su forma, composición y origen a partir de las características originales de los minerales.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

La descripción del medio físico permite caracterizar los componentes ambientales para establecer condiciones actuales del entorno en el área del proyecto.

2.2.1 Suelo

Cubierta superficial de la mayoría de la superficie continental de la Tierra, agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica.

2.2.2 Clima

Es el estado medio del tiempo o descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades pertinentes durante largos periodos de tiempo (el periodo normal es de 30 años), que es efecto a largo plazo de la radiación solar sobre la superficie.

[2]"Es el comportamiento medio del sistema climático en periodos largos de tiempo con relación a las fluctuaciones del tiempo".

2.2.3 Hidrología

La hidrología es la ciencia que estudia la distribución sobre y debajo de la Tierra, su ocurrencia, circulación, sus reacciones físicas y químicas con otras sustancias existentes en la naturaleza, y su relación con la vida en el planeta. El movimiento continuo de agua entre la Tierra y la atmósfera se conoce como ciclo hidrológico.

---

[2]"http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=CLIMA+definici"

2.2.4 Paisaje

El paisaje es un componente básico de nuestro entorno, se suele asociar a lo que el hombre percibe del terreno, siendo éste el escenario básico de la actividad humana. Está formado por componentes físicos y biológicos que constituyen el medio natural, y por otros de origen humano, el paisaje es consecuencia es el resultado de las relaciones que, sobre el espacio, se establecen entre el medio natural y los seres humanos.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

2.3.1 Flora

Conjunto de especies vegetales que se encontrar en una región geográfica, que son propias de un periodo geológico. La flora atiende al número de especies mientras que la vegetación hace referencia a la distribución de las especies y a la importancia relativa, por número de individuos y tamaño, de cada una de ellas. Por tanto, la flora, según el clima y otros factores ambientales, determina la vegetación.

2.3.2 Fauna

Conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica, propias de un período geológico o hallarse en un ecosistema determinado. Los animales suelen ser muy sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat; por ello, un cambio en la fauna de un ecosistema indica una alteración en uno o varios de los factores de éste. Dependiendo tanto de factores abióticos (temperatura, disponibilidad de agua) como de factores bióticos. Entre éstos sobresalen las relaciones posibles de competencia o de depredación entre las especies.

2.4 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO-CULTURAL

El hombre es un ser social que nace, vive y se desarrolla en sociedad, de manera que las características de la sociedad en la que vive le confiere carácter. Por ello, es de vital importancia, el estudio y análisis de los factores socio-económico-cultural, a fin de conocer la realidad social del ambiente en el que se desenvuelve el individuo. Sólo analizando los problemas ideológicos, sociales, políticos y económicos podrán entenderse las posibles degradaciones ecológicas; las cuales, afectan a la salud comunitaria, a las economías familiares, y en general a la calidad de vida.

2.4.1 Demografía

La demografía trata de las características sociales de la población y de su desarrollo a través del tiempo. Los datos demográficos se refieren, entre otros, al análisis de la población por edades, situación familiar, grupos étnicos, actividades productivas y estado civil; las modificaciones de la población, nacimientos, matrimonios y fallecimientos; esperanza de vida, estadísticas sobre migraciones, sus efectos sociales y económicos; grado de delincuencia; niveles de educación y otras estadísticas económicas y sociales.

2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES MINERAS

2.5.1 Galería

Es una excavación horizontal, o poco inclinada, en que una de las dimensiones es mucho mayor que las otras dos. Es similar a un túnel de carretera o ferrocarril. Las galerías reciben distintos nombres según su función o su posición respecto a la roca a explotar. La parte superior de una galería se denomina corona, y las paredes hastiales.

2.5.2 Desquinche

Consiste en la sobreperforación que se realiza para agrandar mediante tronadura una zona de trabajo. Esto se efectúa cuando se desea una mejor operación de los equipos de carguío y transporte, habitualmente en minerías subterráneas.

2.5.3 Roca Estéril

Denominación a la roca de menor calidad a la requerida o sin ley.

2.5.4 Roca de Caja

Roca adyacente a la mineralización, define las zonas mineralizadas

2.6 DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO

2.6.1 Molienda

Proceso mediante el cual se reduce el tamaño del material mineralizado. Al material mineralizado que viene de la planta de chancado se le agrega agua y algunos reactivos y se lleva a los molinos de barra y de bolas. Los molinos giran y las barras o bolas muelen el material.

2.6.2 Beneficio

Se constituye como la segunda etapa de procesamiento en material el cual permite un conjunto de operaciones que tienen como objetivo la obtención de un producto denominado concentrado; es decir el material es dividido o separado atendiendo a la concentración de colas y mineral económicamente rentable.

El beneficio de minerales es la última etapa donde el producto molido bajo transformación química o física es convertido a producto de mercadería.

2.6.3 Afino

Constituye la etapa donde se utilizan fundentes como el bórax, el cual separa o divide a temperaturas mayores a 1200ºC.

2.7 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS POR ETAPA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO

2.7.1 Residuo

Todo residuo de un proceso de producción, de transformación o de utilización, toda sustancia material, producto, o de forma mas general, todo bien mueble abandonado o que su poseedor destine al abandono.

2.7.2 Residuos Biodegradables

Son todos los residuos que puedan descomponerse de forma aerobia o anaerobia, tales como residuos de alimentos y de jardín, el papel y el cartón.

2.7.3 Residuos Peligrosos

[3]"Es aquel residuo que, en función de sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad e infeccioso, puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente. No incluye a los residuos radiactivos. Se ha puesto énfasis en las características de peligrosidad y se han

[3]"http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=Residuos Peligroso 2_mht"

incluido las características de explosividad y biológicos infeccioso. Por otro lado, los residuos radiactivos, aunque en términos reales presentan un peligro al ambiente, son por sus características de alto riesgo generalmente controlados por agencias u organismos diferentes de la autoridad ambiental y no se incluyen en la definición de residuos peligrosos".

2.8 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

2.8.1 Impactos Ambientales

Es el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente. Los efectos pueden ser positivos o negativos, efectos sociales, efectos económicos, efectos tecnológico-culturales y efectos ecológicos.

2.8.2 Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental

El desarrollo de las metodologías para identificar y evaluar impactos ambientales se vincula con el estudio de las relaciones entre los factores o características territoriales y las actividades.

Además de las mediciones específicas y la información necesaria para valorar los impactos y establecer medidas de mitigación, compensación y seguimiento permite la adecuada identificación, predicción e interpretación de los impactos sobre diversos factores ambiéntales.

2.8.3 Selección de Metodologías

Los métodos y técnicas usualmente aceptadas están destinados a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales.

Como es sabido, el análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana.

Un primer criterio a incluir en la selección de técnicas y métodos es definir sí se necesita medir la *capacidad* de una variable del ambiente o el *impacto* que sobre ella se genera.

Un segundo elemento, se relaciona con su comportamiento en el tiempo. Por ejemplo, se considera a la naturaleza como un estado de equilibrio que es ocasionalmente perturbado por eventos propios o inducidos. Esta percepción obedece, probablemente, a que los cambios ecológicos acontecen en escalas temporales mayores que las humanas. Esto introduce una complicación adicional en la utilización de técnicas y métodos ya que las perturbaciones ambientales ocasionadas por un proyecto y sus efectos sobre el medio ambiente deben compararse no tan sólo con la situación inicial, previa a la acción, sino que con los posibles estados del sistema de acuerdo a las dinámicas de cambio natural.

Para la obtención de la información requerida en las evaluaciones ambientales destaca la utilización de metodologías y técnicas de medición, ya que con ellas es posible realizar adecuadamente una predicción, identificación e interpretación del impacto en los diferentes componentes del medio ambiente.

La medición de las variables ambientales específicas establece el desafió de seleccionar métodos y técnicas en función del ambiente afectado, de los tipos de acciones que se emprendan, de los recursos disponibles, y de la calidad de la información, entre otros aspectos.

En relación a evaluar *impactos* ambientales, la explosión de métodos de medición surge a fines de los años 60. El ya clásico procedimiento de la matriz de LEOPOLD

para la identificación, análisis y evaluación de impactos ambientales se publica en 1971. Desde entonces una larga serie de experiencias metodológicas ha sido desarrollada en la lógica de la evolución de toda herramienta incipiente.

El punto crucial en las metodologías de estudios de impacto ambiental es la medición de los aspectos cualitativos. La estimación y el valor de un área en que vive especies animales o vegetales en peligro de extinción, o el establecimiento de las modificaciones en las cadenas tróficas, son problemas que muchas veces sólo pueden ser resueltos con la calificación de variables.

La utilización de métodos para identificar las modificaciones en el medio, es una tarea relativamente fácil. Pero otra cosa es la calificación de esas modificaciones: todos los aspectos y parámetros pueden medirse; la dificultad está en valorarlos. Saber que el gas órgano-clorado freón de los aerosoles destruye el ozono de la estratosfera y medir, incluso, su tasa de disminución, es un aspecto. Otra cosa es medir la importancia y los impactos desencadenados por esta destrucción.

A pesar de estas dificultades algunos métodos son ampliamente usados, aún cuando todavía se discuta la utilidad real y se busque perfeccionar sus alcances (por ejemplo, la matriz de Leopold).

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. Es relevante destacar acá que un impacto ignorado o subestimado hace insatisfactorio cualquier análisis, aún cuando se use una metodología sofisticada.

2.8.4 Matriz de Leopold

Las matrices de interacción son utilizadas principalmente en la etapa de

identificación de impactos. Funcionan como listas de control bidimensional, disponen a lo largo de sus ejes, vertical y horizontal, las acciones de implementación del proyecto y los factores ambientales que pudieran ser afectados, permitiendo asignar los impactos de cada acción sobre los componentes modificados, en las cuadrículas correspondientes a las intersecciones de las filas con las columnas.

Una vez completa la matriz, se puede apreciar el conjunto de impactos generados por el proyecto, destacándose las acciones que provocan un mayor número de impactos y que por consiguiente deben ser objeto de atención o bien de sustitución por alternativas de acción menos impactantes.

Las matrices de interacción en las cuales son señaladas las relaciones causa-efecto dieron origen a otras mas avanzadas. La más divulgada es la matriz de Leopold.

En relación al presente proyecto de investigación para el diagnóstico, identificación y evaluación de impactos ambientales se utilizará el ya clásico procedimiento de la matriz de LEOPOLD modificada para la identificación, análisis y evaluación de impactos ambientales se publica en 1971.

La matriz esta compuesta por columnas, en las que se ubicará los factores ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto y en las filas se ubicará a las actividades que pueden causar impactos al medio ambiente.

A las actividades y a los factores ambientales se los ha generalizado, eliminando aquellos que se aprecia como de poca relevancia con el objeto de simplificar la matriz a rangos manejables con términos prácticos. [4]"Esta matriz proporciona la relación entre la causa – acción del proyecto y el factor ambiental sobre el que ésta actúa produciendo un efecto"

[4] "CEVALLOS, Jaime y OSPINA Pablo.- Evaluación de Impactos Ambientales e Indicadores Ambientales en el Ecuador.- 1ra.Edición, Fundación Natura, casilla 17-01-253.- Quito –Ecuador.- Pág. 79"

La estimación y el valor de un área en que viven especies animales o vegetales en peligro de extinción, o el establecimiento de las modificaciones en las cadenas tróficas, son problemas que muchas veces sólo pueden ser resueltos con la calificación de variables.

2.8.5 Clasificación de Impactos Ambientales

El análisis del impacto conduce al concepto de alteración, por ello es necesario prever y estudiar cuáles serían las implicancias de las posibles acciones sobre el medio ambiente, sean éstos de carácter positivo o negativo. Considerados en su conjunto, para un determinado territorio, estos caracteres definen la condicionalidad para desarrollar en él una acción humana. La consideración del impacto negativo sobre el medio contrapone los conceptos de fragilidad, singularidad y rareza, a las consideraciones de tipo técnico analizadas en los estudios de capacidad.

Contrariamente, el impacto positivo realza la capacidad territorial para acoger las acciones, con matices derivados de las posibles orientaciones favorables que puedan inducir sobre los elementos espaciales y los procesos actuantes debido a la implantación de las actividades humanas.

2.8.5.1 Impacto Mayor

Es aquel que influye a un recurso natural a tal grado que la calidad del recurso y su usuario son afectados por un tiempo largo y un área extensa. En los recursos biológicos el impacto puede afectar a una población entera o especies y causar una declinación de abundancia o la migración de la misma; a estos impactos los hemos considerado como *SIGNIFICATIVOS*.

2.8.5.2 Impacto Moderado

Es el impacto considerado como mayor a corto plazo sobre el recurso natural en un área puntual, impacto que no amenaza a la integridad de la población aunque afecte a la abundancia y distribución de la población por el lapso de una generación; impacto que se ha considerado como *MODERADO* y que se puede mitigar utilizando tecnologías apropiadas.

2.8.5.3 Impacto Menor

Son los que afectan al recurso natural o a grupos de individuos que forman parte de una población, no afectan a otros recursos y el tiempo de incidencia es corto; impactos que se han considerado como *INSIGNIFICANTES*, son de fácil mitigación.

2.8.6 Magnitud de Impactos

Magnitud es la dimensión de afectación (positiva o negativa) sobre uno o varios de los elementos del medio ambiente. La valoración de la magnitud de los factores, ambientales tiene carácter objetivo y puede ser positiva o negativa. Para fines de cálculos de Magnitud depende de otros parámetros que se describen en la siguiente ecuación.

Magnitud = + / - (0.25 IN + 0.45 DR + 0.30 ZI)

En donde:	IN	=	Intensidad
	DR	=	Duración
	ZI	=	Zona de Influencia

Valoración:	Mayor ó Alta	= 3
	Moderada o Media	= 2
	Baja	= 1

Intensidad

Es el grado de potencia que las diferentes actividades del proyecto ejercerán sobre el entorno natural.

Valoración:	Alta	= 3
	Media	= 2
	Baja	= 1

Duración

Es la temporalidad de la acción y sus efectos sobre el medio ambiente es eventual cuando el efecto producido es de corto plazo; temporal cuando el efecto tiene una duración de poco más larga que la anterior y es permanente cuando el efecto es continuo o de largo plazo.

Valoración:	Permanente	= 3
	Temporal	= 2
	Eventual	= 1

Zona de influencia

Es la superficie relativa al proyecto sobre la cual los efectos de una acción se hallan presentes y afectan en esta zona a uno o varios factores ambientales, causando impactos sobre ellos.

Valoración:	Regional	= 3
	Local	= 2
	Puntual	= 1

2.8.7 Importancia de los Impactos

Importancia de la gravedad o ponderación del efecto sobre uno o varios de los elementos del medio ambiente. La valoración de la importancia se expresa en la siguiente ecuación:

Importancia = (0.60 MI + 0.20 RV + 0.10 ST + 0.10 CN)

En donde:	MI	= Mitigabilidad
	RV	= Reversibilidad
	ST	= Sensitividad
	CN	= Condición

Valoración:	Alta o significativa	= 3
	Media	= 2
	Baja o Insignificativa	= 1

Mitigabilidad

Es la facilidad de rehabilitar el factor ambiental afectado por un impacto. Al usar tecnologías apropiadas, se reduce el efecto hasta que sea asimilable por le medio ambiente, en este criterio se consideran los siguientes elementos y su valoración.

Valoración:	No mitigable	= 3
	Difícil mitigación	= 2
	Mitigable	= 1

Reversibilidad

Es la facilidad natural de recuperación o capacidad de auto recuperación, el efecto producido es irreversible si, los procesos biofísicos que interactúan en el medio, no tienen la suficiente capacidad para recuperarse a las condiciones previas al impacto y

reversibles cuando el medio puede asimilar el efecto y recuperarse por si solo.

Valoración	Irreversible	= 3
	Poco Reversible	= 2
	Reversible	= 1

Sensibilidad

Es la vulnerabilidad del medio frente a las diferentes acciones que se desarrollan en la etapa de operación del proyecto.

Valoración:	Alta	= 3
	Media	= 2
	Baja	= 1

Condición

Se define como la calidad o virtud que tiene el factor ambiental antes de la implementación de las actividades mineras descritas en el proyecto.

Valoración:	Alta	= 3
	Media	= 2
	Baja	= 1

2.9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y MANEJO DE RESIDUOS

2.9.1 Manejo de Residuos

Consiste en el manejo integral, ambientalmente adecuado, económicamente viable, tecnológicamente factible y socialmente aceptable de los residuos, es necesaria la participación informada, organizada y corresponsable de todos los sectores, ya sean públicos, privados o sociales, lo cual implica un cambio cultural de gestión de los residuos.

Para poner en práctica la aplicación de la responsabilidad compartida, pero diferenciada, de todos los sectores, deberán adoptar medidas para evitar la generación de residuos, aprovechar aquellos susceptibles de reutilización, reciclado o de transformación en energía, y para tratar o confinar aquellos que no se puedan valorizar. A fin de prevenir riesgos, a la vez que fijan límites de exposición o alternativas de tratamiento y disposición final para reducir su volumen y peligrosidad

2.9.2 Relave

Considerado como una suspensión fina de sólidos en un líquido, construida por el mismo material presente en el yacimiento.

Es la mezcla de mineral molido con agua y otros compuestos, que queda como resultado de haber extraído los minerales sulfurados en los procesos de beneficio. Este residuo, también conocido como cola, es transportado mediante canaletas o cañerías hasta lugares especialmente habilitados o tranques, donde el agua es recuperada o evaporada para quedar dispuesto finalmente como un depósito estratificado de materiales finos (arenas y limos).

2.9.3 Muro de contención

[5]"Es toda estructura continua que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno. El carácter fundamental de los muros es el de

[5] "[MUROSDECONTENCIÓN.pdf]"

servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial".

Sin embargo, en ocasiones el muro desempeña una segunda misión que es la de transmitir cargas verticales al terreno, desempeñando una función de cimiento. La carga vertical puede venir de una cubierta situada sensiblemente a nivel del terreno.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

Materiales de Campo

- Estación
- Brújula
- Martillo
- GP's
- Cámara digital
- Cinta de 200m.
- Libreta de anotaciones
- Fundas ziclop para muestreo
- Botellas de plástico
- Marcador permanente, esferográficos
- Pinturas, graduador, escalímetro
- Formulario de "Caracterización Socio Ambiental Local"

Materiales de Gabinete

- Carta topográfica de Ponce Enríquez a escala 1:50.000.
- Hojas geológicas de Machala 36-B CT-NVI-A escala 1:100000.

- Hoja 54-A de Girón escala 1:100000.
- Hoja 35 CT-NV-E de Tenguel escala 1:100000.
- Computadores utilizando el sistema operativo de Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Office Power Point 2007 y programas como AutoCAD 2007.

3.2 MÉTODOS

La metodología empleada para el diseño del depósito de relaves del área minera "Las Paralelas" se basó en:

Trabajo De Campo

Inicialmente se procedió a la impresión de borradores de trabajo de campo, consecución de hojas topográficas de los sectores aledaños que facilitaron en un principio la ubicación de área de investigación, así como determinar la topografía y geología local y estructural del sector, relieve, hidrología, sismicidad y demás parámetros referidos al tema de investigación.

A continuación se procedió a verificar en situ las condiciones físicas del área mediante el formulario denominado "Caracterización Socio Ambiental Local", en los diferentes medios ambientales; medio físico, medio biótico, medio socio-económico, medio perceptual y posibles riesgos naturales.

La verificación in situ de las condiciones físicas del área se fundamentan en el reconocimiento geomorfológico-geológico, topográfico, tipo de vegetación, clima y uso actual del suelo, mientras que las condiciones físico mecánicas se identificaron mediante la toma de muestras de los elementos; suelo y roca para los análisis respectivos de acuerdo a los requerimientos para el diseño del depósito de relaves del área minera "Las Paralelas".

Las condiciones físico-mecánicas tanto de suelo y roca se comprobaron a través de los resultados obtenidos de las muestras del sector destinado para la cimentación de la

relavera, estas muestras fueron tomadas de los cortes realizados dentro del límite destinado a dicha actividad a una profundidad de 8m.

También se realizó el levantamiento geológico y delimitación topográfica con el objeto de obtener datos que faciliten el reconocimiento del sector. Posteriormente se procedió a deslindar la cuenca hidrológica del sector con sus ramificaciones y direcciones respectivamente, de las cuales procede en su totalidad el líquido vital de la población.

Por otra parte se realizó la toma de muestras del factor agua para determinar grados de contaminación actual del área en estudio, lo que seguidamente permitirá establecer medidas de mitigación, prevención y control, mediante un diseño de depósito para relaves adecuado a los requerimientos de la planta de tratamiento y beneficio.

Trabajo de Gabinete

Mediante los resultados obtenidos tanto del formulario denominado "Caracterización Socio Ambiental Local", como del reconocimiento del sector a través del recorrido de campo y toma de muestras de los elementos suelo, roca y agua, se compila y clasifica la información obtenida desde los diferentes laboratorios la cual es evaluada detenidamente en sus diferentes parámetros de estudio.

Una vez recopilada y ordenada la información tanto bibliográfica como los resultados de laboratorio, se procede a la interpretación de esta en base a los mapas topográfico y geológico del área en estudio, a fin de identificar el uso actual del suelo, (cobertura vegetal), tipo de suelo y roca, propiedades físico-mecánicas de suelo y roca tipo de pendientes, cuenca hidrográfica, tipos de sólidos y líquidos presentes en los relaves a dar tratamiento.

Posteriormente se procedido a la elaboración de los mapas topográfico y geológico, mapa de muestreo, mapa de ubicación de la relavera y mapa de diseño de la estructura

para el manejo de los residuos de beneficio respectivamente, anexo a estos mapas se elaboró también el mapa de labores mineras del área de estudio permitiendo así la ubicación del sector destinado a dar tratamiento a los relaves de la planta de beneficio del área minera "Las Paralelas", a más de la elaboración de esquemas con posibles medidas de prevención o remediación en el tratamiento y manejo de los relaves producto de las labores mineras del sector.

CARACTERIZAR LOS DESECHOS SÓLIDOS Y EFLUENTES LÍQUIDOS, DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO DEL ÁREA MINERA.

Se basó en la observación directa partiendo de las fases de explotación como de las actividades de la planta de beneficio del área minera "Las Paralelas".

Ampliando el estudio investigativo en los procesos de beneficio, se detalla a los desechos sólidos como producto de la fabricación, transformación y utilización de bienes de consumo, que no se presentan en estado líquido o gaseoso clasificados en:

1. Residuos no peligrosos, y
2. Residuos peligrosos o tóxicos

Conjuntamente se identifican a los efluentes líquidos, aquellos que en su composición contienen sustancias que representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente, constituidos principalmente por colas de cianuro en forma de pulpa generadas durante el proceso de cianuración, constituyen el mayor volumen de residuos que genera la planta de beneficio estos residuos contienen sílice, sulfuros e impurezas, por otra parte se tiene las soluciones de cianuro generada en los procesos de cianuración (cianuro libre y metales pesados) y soluciones ácidas generados durante las operaciones de refinación ácida del precipitado electrolítico, que contiene oro, plata y otros metales, además la presencia de sales metálicas formadas en la utilización de ácidos en forma diluida, los cuales serán manipulados y tratados en

forma adecuada desde su generación hasta su destino final.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO INGENIERIL EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO.

Mediante la toma de muestras de los factores agua y suelo se determina grados de contaminación actual del área en estudio, además de analizar las propiedades físicas-mecánicas de la roca del sector y la estabilidad del sitio de interés, lo que permitirá instituir medidas de mitigación, prevención y control, mediante un diseño de depósito para relaves adecuado a los requerimientos de la planta de tratamiento y beneficio.

FORMULAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN QUE PERMITEN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DISEÑO INGENIERIL PARA LA UBICACIÓN Y REUBICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y EFLUENTES LÍQUIDOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA AURÍFERA.

Partiendo de la metodología anterior realizada y apoyado en la identificación de los impactos ambientales que los diferentes procesos que la planta de beneficio genera, se determina manifestar alternativas para efectuar el diseño de tratamiento fundamentado en un plan de manejo ambiental para cada uno de los residuos presentes de las actividades que se generan.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 ACCESO

El acceso al área de estudio se lo realiza por vía carrozable a través de la vía interprovincial asfaltada Machala – Guayaquil. Cerca de la población de San Carlos se toma una vía asfaltada, de 6 Km de distancia que llega a la población de Shumiral.

Desde Shumiral existe una carretera lastrada que gracias al aporte del Consejo Provincial del Azuay y a los concesionarios, llega a los recintos de San Gerardo, San Antonio y San Juan de Naranjillas permitiendo así acceder al sector "Las Paralelas" en un periodo de tiempo de 1h: 20 de viaje a una distancia de 29 km de recorrido. En el invierno se dificulta el acceso carrozable por esta vía debido a las constantes precipitaciones presentes en la zona. Dentro del área de estudio existen varios caminos carrozables y senderos que comunican a diferentes sitios estratégicos del proyecto.

4.2 UBICACIÓN ADMINISTRATIVA

De acuerdo a la división política-administrativa el área minera "Las Paralelas" se encuentra ubicada en la Parroquia Camilo Ponce Enríquez, Cantón Camilo Ponce Enríquez, jurisdicción de la provincia del Azuay, en las estribaciones del flanco occidental de la Cordillera Occidental de los Andes al Sur – Oeste del Ecuador, abarcando parte de la cordillera del Cachi a una altitud entre 800 y 1600 m.s.n.m.

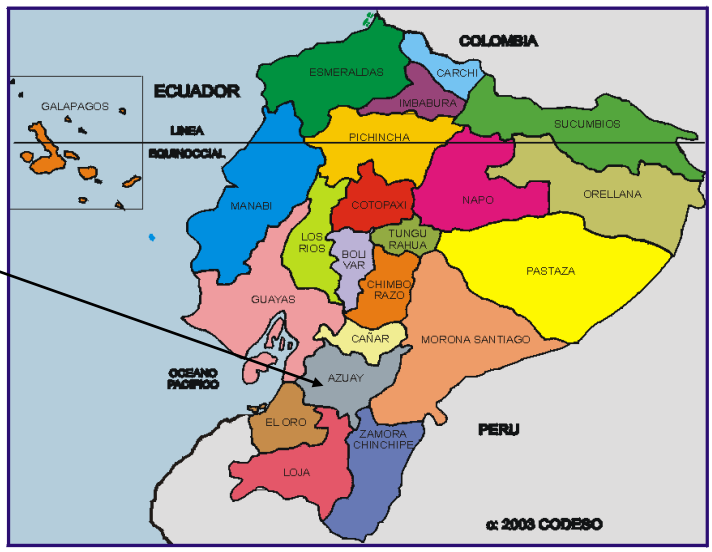


Figura Nº 1 Ubicación Administrativa

Área Minera "Las Paralelas"

4.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio "Las Paralelas "se encuentra a 30 Km del Océano Pacífico y cerca de este se localizan las comunas de San Antonio de Las Paralelas, San Gerardo y San Juan de Naranjillas, la población cercana más importante es Shumiral, ubicada al noroeste. Las coordenadas U.T.M. del punto de partida y los demás vértices del área concesionada están referenciados al DATUM PSAD-56 y a la zona geográfica 17 Sur.

Tabla Nro. 1 Límites de la Concesión "Las Paralelas"

PUNTOS	X	Y
1	653100	9'663400
2	653100	9'664500
3	653600	9'664500

4	653600	9'664300
5	653700	9'664300
6	653700	9'664200
7	653800	9'664200
8	653800	9'663800
9	653500	9'663800
10	653500	9'663400
Fuente. Egdas: Maritza Domínguez -Mariana Yaguana		

Denominación del área: "LAS PARALELAS" *código* 462.

Superficie total de la concesión (hectáreas mineras): 360 (trescientos sesenta) hectáreas mineras contiguas. Manifestada de producción 127 hectáreas.

4.4 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

4.4.1 GEOMORFOLOGÍA

El área minera Las Paralelas se localiza al Noreste de Camilo Ponce Enríquez, forma parte de la cuenca del río Chico. La concesión por encontrarse en las estribaciones de la Cordillera Occidental la topografía presenta un descenso gradual hacia la planicie de la costa, en la cual se localizan los recintos de Shumiral, Tenguel y Tendales.

La zona de estudio presenta un relieve montañoso muy abrupto e irregular, dividido por las subcuencas y micro cuencas hidrográficas presentes en su estado juvenil, con altitudes entre 800 a 1600 m.s.n.m. Al Sur sobresale la loma del Cachi con una latitud

de 2515 m.s.n.m, ubicada al sureste del área, a partir de esta elevación nacen los drenajes que van a desembocar al Pacífico.

En la parte alta existen pequeñas semi-planicies de cota superior formando escalones colgados y valles de alta montaña, las cuales han sido aprovechadas para los asentamientos poblacionales como San Gerardo, San Juan de Naranjilla, Guena y el Progreso, alrededor de Las Lomas de Tres Cruces, El Chivo, Loma Durán, Pórfido de Don Ernesto y San Antonio.

4.4.2 TOPOGRAFÍA

La topografía del sector presenta un descenso sucesivo hacia la planicie de la costa, el relieve topográfico es bastante irregular, por estar en las estribaciones de la Cordillera Occidental, concretamente en la Cordillera San Gerardo, las cotas van desde 1360 m.s.n.m en el vértice SW, hasta 1550 m.s.n.m en la parte N del área.

En la topografía del área se diferencian zonas abruptas en las márgenes de las quebradas; El Encanto, Duran y el río Pinglio y pertenecientes a la cuenca hidrográfica del río Chico, zonas falladas con gran diferencia de nivel que forman las escarpas del sector. También se observan zonas onduladas con declives del orden 20% que forman colinas y cerros.

El relieve heterogéneo esta conformado por productos volcánicos de la formación Macuchi con cinas agudas y redondeadas, mientras que de relieve homogéneo se relaciona con intrusivos meteorizados de granodiorita y granodiorita –riodacitas.

4.4.3 GEOLOGÍA REGIONAL

Las principales unidades de la región están relacionadas a la subducción de la placa Nazca

bajo la placa Sudamericana, con la acreción del arco de islas Macuchi de edad Cretácico Terciario Inferior, depositadas sobre un basamento de piso oceánico la rocas verdes masivas con estructuras de almohadilla correspondientes a la formación Macuchi Basal, que es esta región tienen su mayor potencia comparado con el resto de la Cordillera Occidental, constituye el ambiente estructural de arco de islas con un facie de rocas básicas-ultrabásica, volcánicas básica e intermedias, volcano sedimentos y sedimentos, todos dentro de un rango de edad que va de sde del Cretáceo al Terciario Inferior (Eoceno).

Sobre esta se deposita una facie volcánico continental lacustre de composición tobácea a más ácida que se presenta en las partes altas de la Cordillera de San Gerardo, con edades del Oligoceno al reciente. La nomenclatura geológica de este gran conjunto a cambiado, según la denominación utilizada por diferente autores, entre las principales anotamos: Formación Piñón de la Sierra en equivalencia a la Formación Piñón de la Costa; complejo Ígneo Básico, Formaci ón Macuchi. Según los estudios realizados por Eguez (1988), las denominaciones de formación Piñón son adecuadas para los segmentos de corteza oceánica; mientras que la formación Macuchi se debería aplicar únicamente a rocas de arco insular.

La actividad hidrotermal que se presenta en toda la región, es indudable que se relaciona con la zona de subducción al originar fluidos mineralizantes, como resultado de interacción de las placas o por diferenciación de etapas magmáticas profundas que actúan sobre la pila propilitizada de volcánicos Macuchi.

Elementos geoquímicos típicos como la carbonatación, sulfidización con pirita, arsenopirita auríferas y oro libre, nos permiten estimar un fluido con alto contenido de CO_2 junto al K, CA, SI, O2, H, AS, y S con liberación de Na.

La ubicación de nuestra área de estudio al Sur de la cordillera occidental de los Andes, hace que se estudie las principales unidades estratigráficas de la mencionada cordillera,

especialmente de la parte centro Sur.

Actualmente es clara la presencia de un arco volcánico desarrollado en el borde continental luego de la acreción del arco Macuchi, que produjo un volcanismo continuo desde el Oligoceno el mismo que se generaliza en el callejón Interandino en el Pli-cuaternario. Se establece la estratigrafía de la siguiente manera:

- Basamento metamórfico Pre – Cretácico
- Corteza Oceánica (Formación Piñón), con sus sedimentos asociados (formaciones Cayo y Yunguilla) del Cretácico.
- Arco Insular (Formación Macuchi), del Paleoceno al Eoceno
- Arco Volcánico Continental (Formación Saraguro) del Oligoceno al Mioceno Inferior.
- Magmatismo.

4.4.3.1 Basamento metamórfico Pre – Cretácico

Según Eguez (1988), el basamento metamórfico reporta afloramientos esporádicos en forma de escamas, que constan de esquistos grafitosos y micáceos, gneises cuarcíticos, filitas negras y esporádicos cantos de gneis biotítico con cuarzo azul, indica también que esquistos y filitas se encuentran como xenolitos en bloques de rocas volcánicas ácidas terciarias.

Aspden (1990), asocia estas rocas con aquellos que conforman el terreno Chaucha-Arenillas, que a decir de los mencionados autores constituyen gran parte del basamento del callejón

interandino como expresión de un bloque colisionado contra el continente sudamericano durante el Jurásico tardío – Cretácico temprano.

4.4.3.2 Corteza Oceánica

Formación Piñón

Se han reportado afloramientos de lo que parecen ser dos pequeños cuerpos discontinuos, en la zona de la Florida. Son doleritas y basaltos a menudo con estructuras de almohadilla, localmente asociados a peridotitas y a gabros bastante alterados con intercalaciones de finos niveles silíceos. Los basaltos presentan texturas afaníticas con plagioclasa cálcica y clinopiroxeno, como minerales esenciales y pseudoformas de olivino totalmente reemplazado por asociaciones secundarias, más óxidos de Fe, Ti y pirita. Sobresaliendo a la formación Piñón se encuentra una espesa secuencia de volcano sedimentos denominados como formación Cayo de la Sierra.

Formación Cayo

En general se trata de rocas volcano sedimentarias bien estratificadas, en la que predominan areniscas verdes de grano fino a medio, silicificadas. Se encuentran también intercalaciones de lutitas silíceas y bancos de arenisca gruesa conglomerática. Los componentes de las rocas clásticas de grano medio a grueso son fragmentos líticos de rocas volcánicas básicas y de sedimentos silíceos, además de piroxeno y plagioclasa en una matriz silícea con abundante clorita (Eguez 1988).

FormaciónYunguilla

Son sedimentos turbidíticos, que consisten en grauvacas y limolitas de color negro con aporte esencialmente volcánico y carbonoso. Eguez (1992-1993), señala un estilo e intensidad de deformación similares a los de las rocas de corteza oceánica, con buzamientos fuertes predominantes al Este, y probables pliegues isoclinales que convergen hacia el Oeste.

La formación Yunguilla es equivalente al miembro Guayaquil, del tope de la formación Cayo de la Costa y parece construir facies marinas mas profundas. La edad más respaldada es Cretácico superior (Bristow y Hoffstteter, 1977).

4.4.3.3 Arco Insular

Formación Macuchi

Probablemente ocurre en todo el flanco occidental de la cordillera occidental de los Andes. Principalmente está formada por rocas volcano sedimentarias y volcánicas básicas a intermedias, emplazadas en un ambiente marino a subareal, que se presentan en forma de flujos andesíticos-basáltico, interestratificados con tobas, areniscas y limonitas volcánicas; también se encuentran diabasas de color verde obscuro con estructura ofítica.

Al norte de la hoja, en el sector de Chancay en los ríos Iñan y Gala estas diabasas son de grano fino y parecen manifestar alguna recristalización. En el río Muyuyacu afloran rocas básicas brechosas que contienen elementos verdes y rojizos de composición andesítico-basáltico, incluidas en esta formación. En el sector de La Unión, estas rocas están cortadas por diques

pequeños de basaltos finos.

Localmente el conjunto de rocas está atravesado por filones doleríticos de la misma composición. Las lavas son andesitas verdes subporfiríticas, con plagioclasa y clinopiroxeno. Se estima la edad de la formación Macuchi, entre el Cretácico Superior y le Paleoceno-Eoceno, aunque todavía desconoce la potencia.

Formación Silante

Aflora hacia la parte Norte de la cordillera Occidental, consiste de limonitas y areniscas de color gris verdoso a violeta y menos conglomerados con matriz oxidadda. Los aportes de los sedimentos son metamente volcánicos andesíticos y muy escasos los basálticos. Su posición estratigráficamente es bastante controversial, pues en algunos lugares sobreyace en transición a una unidad litológica calco alcalina, formada por mantos de brechas, andesitas y andesitas basálticas que serían parte del arco insular. En otros casos la formación Silante subyacente a una unidad Flyshoide, atribuida a la formación Yunguilla, razón por la que fue ubicada en el Cretácico (Henderson, 1979). Entonces la formación Silante sería pre-eocénica.

Volcánicos la Fortuna

Son volcánicos de carácter ácido, de matriz afanítica silicificada, con cuarzo cristalino cuyo diámetro varía de 1 a 2 mm; feldespatos y piroxenos alterados se ven bien en el sitio La Mina de Lastre.

Se presume de un centro volcánico en esta región. Su edad se desconoce, pero se tiene la

certeza de que son más jóvenes que la formación Macuchi. Su relación es bastante cercana a la formación Saraguro por la presencia de cuarzo cristalino en ambos casos; se cree que pertenecen al Cretácico Superior o Terciario Inferior.

Formación Apagua

Se ubica a la altura de Pujilí- Quebedo, yacen sobre la formación una cota del Eoceno medio. Consiste de sedimentos turbidíticos y conglomerados que cambian lateralmente y lutitas ricas en elementos metamórficos. Su edad es considerada del Eoceno superior (Eguez, 1986).

4.4.3.4 Arco Continental

Formación Saraguro

Consisten en una alteración de lavas andesíticas y riolíticas con piroclástos ácidos; los piroclástos son dominantes y están representados por tobas finas, ignimbritas y aglomerados andesíticos. Los piroclástos en el sector de Tendales, se encuentran bastante erosionados formando escarpas notorias.

Formaciones del Mio – pliocénico

Se trata de tobas e ignimbritas de composición intermedia a ácida (dacitas y riolitas) que forman espesos mantos poco deformados. La naturaleza del volcanismo parece variar de composición andesítica; a media en el Mioceno Inferior y hacia la parte superior hasta el Plioceno inferior. En el Plioceno superior dominan los piroclástos y volcano sedimentos. La

secuencia parece terminar con espesos abanicos de flujos de lodo y tobas (Bristow y Hosffdtteter 1977, en Flores 1994).

4.4.3.5 Magmatismo

La cordillera occidental cuenta con por lo menos tres generaciones de intrusiones, cuyas composiciones varías entre dioritas y granodioritas, con un emplazamiento que se relacionan en algunos casos a fallamientos y en otros a los principales eventos orogénicos.

Rocas Intrusivas

Dentro de la estructura de cizalla al centro y norte del área de estudio tenemos intrusivos ultramáficos tipo gabro y diorita que se presenta serpentinizados. Se incluyen también granodioritas saprolitizadas a los bordes.

Al Noroeste del área de estudio, se encuentra un intrusivo granodiorítico con pirita y escasa calcopirita, covelina, turmalina; a los contactos con las andesitas afaníticas forman brechas intrusivas. Cuando los intrusivos se presentan debajo de las andesitas y no están aflorando, se producen una recristalización de los minerales de andesita tornándose de grano grueso.

Cerca del área de estudio, en el sector conocido como La Loma del Oso se puede verificar la existencia de pórfido granodiorítico y granodiorita que presenta moderada cantidad de hornblenda. En general estas intrusiones están acompañadas de diferentes tipos de depósitos hidrotermales. Se han hecho dataciones radiométricas, por lo que no se conoce su edad con exactitud.

Zona de Cizalla

La estructura más importante encontrada cerca de nuestra área de estudio, es la zona de cizalla denominada Bella Gala, se caracteriza por tener una potencia de hasta 200 metros y con una longitud de 6 kilómetros, es de carácter dúctil y con una típica serpentinización de toda la roca que le da una coloración verde claro, de dureza suave y textura hojosa, fuertemente plegada y alterada a talco y serpentina. Se trata de una melange de movimiento dextral, conteniendo bloques de intrusivos básicos y medios serpentinizados, jasperoides y otros sedimentos. En la parte media de la zona de cizalla se presentan varias vetas de cuarzo en forma lenticular de 10 a 40 centímetros de potencia, las mismas que están siendo explotadas artesanalmente en varios tramos.

La serpentina misma presenta diseminación de pirita cristalizada y magnetita. Presenta rumbos de E-O y NO – SE, con buzamientos de 60º a 70º al Norte, de hecho es responsable de las vetas y brechas del sector la Fortuna y muy posiblemente de la mineralización de la parte alta en la cordillera de San Gerardo (Pillajo Edgar, Diciembre de 1995).

4.4.4 GEOLOGÍA LOCAL

Se puede realizar la correlación de las unidades litológicas mayores, compatibles especialmente con la formación Macuchi y con el volcanismo calco-alcalino continental; no así los conjuntos más pequeños (subunidades) que se relacionan a las unidades mayores y se presentan como lente o subestratos (A. Flores 1994).

Los grupos de rocas correlacionadas que se establecen son:

Rocas correlacionadas con la formación Macuchi.

UNIDAD A: Lavas básicas a intermedias (basaltos, andesitas basálticas), sedimentos finos silicificados, sedimentos volcano-epiclásticos y brechas.

Rocas correlacionadas con la formación Saraguro.

UNIDAD B: Lavas andesíticas porfiríticas como tobas y grauvacas;

Rocas correlacionadas con el volcanismo Mio-Pliocénico.

UNIDAD C: Riodacitas subvolcánicas: tobas y brechas. Rocas intrusivas y brechas.

4.4.4.1 UNIDADES LITOLÓGICAS

A las partes altas de la cordillera de San Gerardo en una cota superior a los 1000 m.s.n.m.se presenta una secuencia superior piroclástica tobácea que varía de tobas andesíticas a tobas dacíticas. En contacto fallado con estructuras de bajo ángulo en donde se alojan las principales mineralizaciones en la zona conocidas como San Antonio, El Encanto. Loma del Chivo y Tres Cruces que se encuentran alrededor de nuestra área de estudio. Debajo una

secuencia volcánica básica, masiva, con textura de almohadilla y pocas intercalaciones de brecha volcánicas, jasperoides y sedimentitas que conforman la formación Macuchi.

Son importantes las brechas hidrotermales con abundante pirita fina negra en la matriz, con carbonates, clastos de andesitas angulares de 0,5 a 1,0 cm de diámetro, se presenta en el sector las Minas y además en los sectores de La Fortuna y El Encanto aledaños al área de estudio.

A continuación se describen las unidades litológicas más importantes de la zona y área de estudio.

a) Andesitas de grano fino a medio (Eoceno Oligoceno)

Son de color verde obscuro, de textura masiva, grano fino generalmente propilitizadas con vetillas de epidota, pirita, cuarzo. Localmente, se observa la textura de almohadilla, afloran en niveles topográficos bajos y constituye la unidad más extensa en la región.

b) Jasperoides con intercalación de sedimentos (Eoceno Oligoceno)

Son niveles decimétricos de chert, jaspe, pedernal, con intercalaciones de arcilla,

limonitas y areniscas, en su mayoría de color rojizo por el alto contenido de óxido de hierro, afloramientos puntuales en los sectores conocidos como Mina de Lastre, los Córdobas y en el río Pinglio cercanos a nuestra área de estudio.

c) Brecha volcánica moderadamente silicificada (Eoceno Oligoceno)

Dentro de las andesitas finas masivas, se encuentran niveles de brechas volcano sedimentarias con clastos angulosos centimétricos de andesitas finas y mayormente sedimentitas de color verde, emplazadas en una matriz fina silicificada en partes con vetillas de cuarzo blanco y pirita fina diseminada.

d) Tobas Andesíticas (Oligoceno)

Son de grano fino a medio, con una coloración violeta y rojo amarillento producida por la oxidación de los minerales máficos, generalmente se presenta ocupando superficies amplias en los contactos fallados que delimita la secuencia volcánica de la piroclástica superior.

e) Conglomerado Andesítico fino medio (Oligoceno)

Constituida por clastos redondos que van de 2 a 15 centímetros de diámetro principalmente de andesitas y tobas andesíticas, cuando se encuentran juntos o cerca de los intrusivos se presenta con una fuerte silicificación de la matriz y de los clastos, además tiene un aporte de pirita diseminada y sílice amorfa.

f) Tobas dacíticas en parte con líticos (Terciario)

Se tratan de tobas de grano fino a medio, con ojos de cuarzo, cristales descompuestos de biotita, boxworks de pirita, varía de colores rosa a blanco amarillento.

g) Tobas dacíticas con abundantes líticos (Terciario)

Se trata de tobas con ojos de cuarzo y clastos angulares de rocas volcánicas de preferencia de andesita afanítica y toba andesítica.

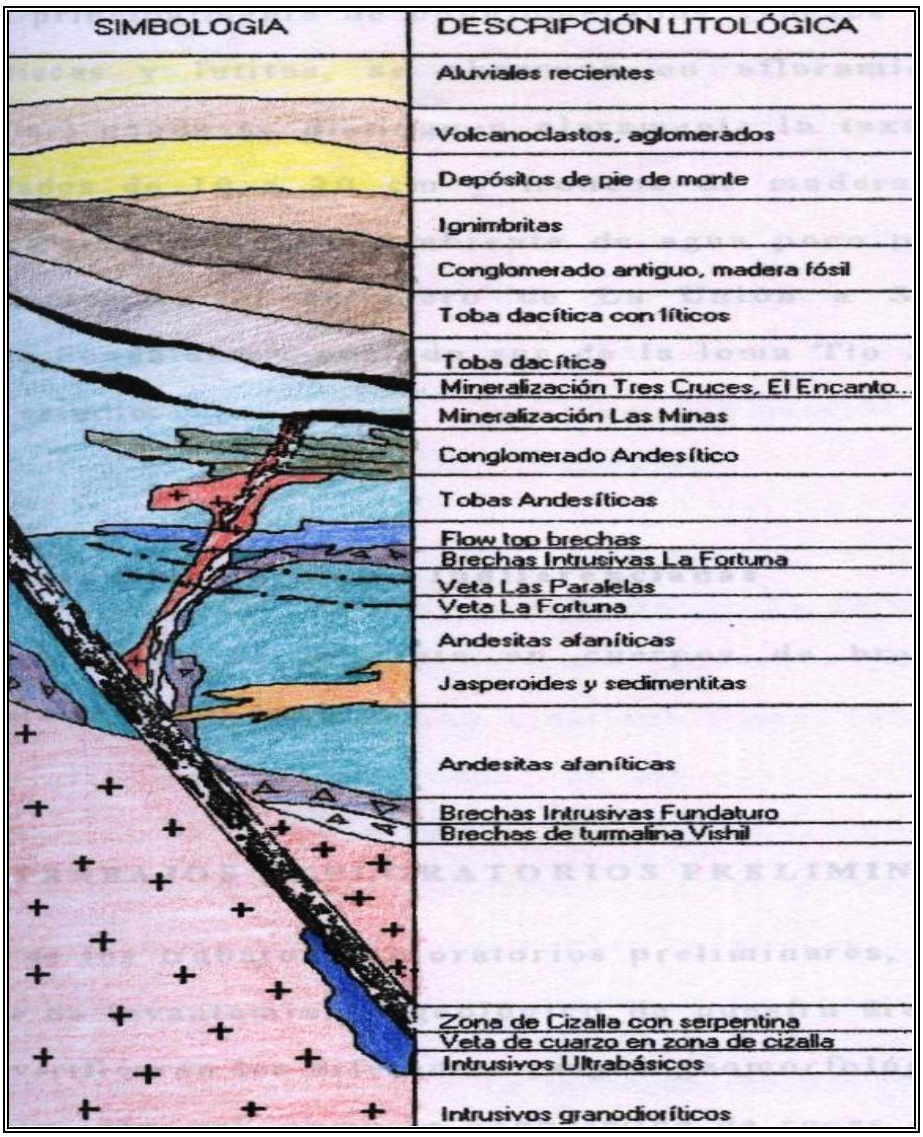
h) Sedimentos tobáceos indiferenciados (Reciente)

Se trata principalmente de conglomerados gruesos con intercalaciones de areniscas y lutitas, se observan en afloramientos meteorizados donde se distinguen claramente la textura conglomerática con rodados de 10 a 20 cm y troncos de madera fósil. Se trata de depósitos secundarios en ambiente de agua poco profunda.

i) Brechas Hidrotermales Indiferenciadas

Dentro del área se presenta en cuerpos de brecha relacionadas a estructuras de bajo ángulo.

Gráfico Nº 1. Columna Estratigráfica, Cordillera San Gerardo, (PILLAJO EDGAR, 1995).



4.4.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En la Cordillera Occidental, la subducción unida a la acreción del arco Macuchi son factores que han fijado la dirección Andina de aproximadamente N-S y las fallas principales mantienen una tendencia casi paralela o ligeramente desviada al NE - SO; de igual manera son importantes los sistemas conjugados de fallas NE-SO y NO-SE.

Las fallas con direcciones NE - SO, así como las NO - SE, son esencialmente activas,

transcurrentes y tienen componentes dextrales y sinestrales respectivamente; mientras que las fallas con orientación preferencial N-S, son esencialmente inversas con buzamientos predominantes al E, lo que nos indica una tectónica de bloques compresivos (Eguez 1986, en Flores 1994) y evidencia la acreción del Arco Macuchi, además se distinguen escamas de acreción dispuestas en el sentido de estas fallas.

Un sistema regional distintivo es el de rumbo E-O, que se relaciona a una geotectónica del Paleozoico y al cual se circunscribe la falla Jubones al Sur del país en se trunca la actividad orogénica de la Cordillera Occidental y cambia al ambiente E-O del complejo metamórfico El Oro.

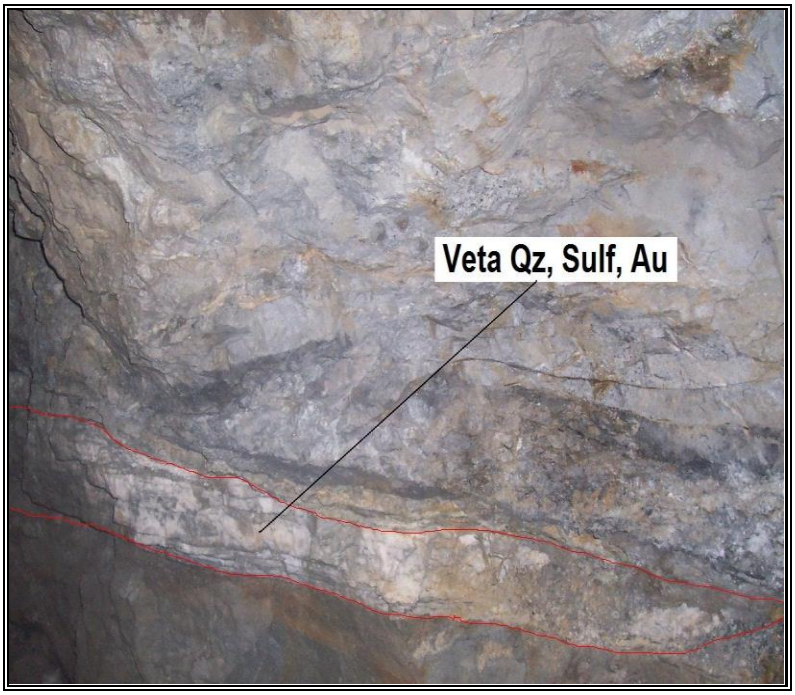
En el sector Norte del proyecto se presenta una zona con abundante serpentina, se trata de clastos ultra básicos, intrusivos medios ácidos y jasperoides, al medio las vetas de cuarzo auríferas, esta estructura se relaciona con la mineralización del área de estudio.

4.4.6 MINERALIZACIÓN

En el proyecto se evidencia una actividad hidrotermal con mineralización aurífera de edad post-oligoceno, la cual se encajó en las unidades volcánicas básicas y las unidades ácidas ya descritas, siguiendo un patrón estructural regional.

El modelo de mineralización del área se puede sintetizar como fluidos originados en las cúpulas de un sistema magmático probablemente porfídico, los cuales son encajados en zonas de fracturamiento y fallas conjugadas relacionadas a una falla regional principal (Falla de las Minas y río Pinglio), formando depósitos diseminados y de vetas meso - epitermales de oro (existe trazas de plata y metales base), como lo muestra la Foto Nro. 1.

Foto Nº 1 Modelo De Mineralización



Localmente se ha desarrollado una zonificación vertical de la mineralización con un incremento de metales básicos en profundidad (vetas Paralelas y San Antonio) y formando en las partes altas acumulaciones de sulfuros auríferos en sistemas de stockwork y vetas, controlados también por la estratigrafía de las rocas de caja y zonas de contacto con unidades subvolcánicas dacíticas.

En las rocas volcánicas andesíticas del área está emplazado un tren estructural de vetas cuarzo auríferas, controlado por un sistema de fallas con direcciones NW-SE y NE-SW con ángulos de buzamiento bajo (30-50 grados), posiblemente originadas por un gran batolito infrayacente que es el generador de la mineralización, y el que emplaza el sistema de vetas y cuerpos de stockwork presentes en la zona.

4.4.6.1 ALTERACIONES

La alteración hidrotermal y la mineralización dentro del área de estudio, ocurre mayormente en los volcánicos de la formación Macuchi, que incluye andesitas basálticas, filones y/o diques de diabasa, flujos de basalto y sedimentos volcanoclásticos finos intercalados; además están relacionadas con productos volcanoclásticos riodacíticos presentes en la zona; controladas a través de una estructura principal denominada "Las Minas", que es un sistema de falla con dirección NE - SO, la que se extiende discontinuamente desde el río Tenguel siguiendo por la quebrada Las Minas, hasta el río Iñán. La alteración hidrotermal asociada a las estructuras mencionadas se observa en parte en la superficie, de preferencia en afloramientos con alto grado de oxidación y meteorización.

La alteración hidrotermal mayormente sobre los volcánicos Macuchi se trata de una carbonatación en parte favorecida por la composición básica a intermedia de la roca de caja, sobrepuesta a una propilitización regional donde las plagioclasas primarias fueron transformadas, parte en sericita, en arcilla y calcita. Con su desarrollo fue incrementando la cantidad y el tipo de carbonato que en general es dolomita con cantidades pequeñas de siderita en estado microgranular a amorfo; también hay cuarzo, sericita, caolinita y clorita igualmente microcristalinos. Hay sitios muy puntuales donde se aprecia silificación de roca de caja, la misma que adquiere un tono azulado verdoso con muy pocos sulfuros y valores bajos en oro. La alteración se desarrolla alrededor de vetillas con cuarzo solo, carbonato solo, o cuarzo/carbonato. Solamente las vetillas con cuarzo/ carbonato preceden a un estado de sulfidización con pirita - arsenopirita como fase dominante; esfalerita, galena y calcopirita como fase subordinada.

<u>En un contexto general las zonas de alteración serían:</u>

1. Fracturación de la roca de caja, por deformación tectónica.
2. Entrada de fluidos e interacción con la roca produciendo reemplazamiento y recristalización, dando así lugar a las aureolas de alteración, con los minerales

características como: pirita, magnetita, carbonato, cuarzo, sericita y arcilla.

3. Nuevo evento de deformación – mineralización en varios estados característicos por minerales como pirita. arsenopirita, oro, esfalerita, calcopirita y galena.
4. En las rocas más ácidas predomina la alteración que contiene cuarzo + sericita ± arcilla ± feldespato ± clorita y carbonato subordinado.

4.4.6.2 LEYES

A través de los procesos de refinación química y fundición aplicándose a este último temperaturas que van de 90ºC a 95ºC en un periodo de cuatros días, se obtiene barras de oro con leyes del 80%. A continuación se funde con bórax obteniendo barras con pureza del 85%, en un siguiente paso se procede a incautar con plata en relación de 3:1 a temperaturas de 1100ºC para conseguir barras de 99% de pureza.

4.4.7 CLIMA E HIDROLOGÍA

4.4.7.1 CLIMA

De acuerdo a los resultados climatológicos obtenidos de la estación meteorológica de Pagua, ubicada geográficamente entre la latitud 03° 04' 00" S y longitud 79° 45' 00" O, a una altitud de 8 m.s.n.m; el área minera "Las Paralelas" se caracteriza por tener un clima Sub-Tropical húmedo, el mismo que se encuentra influenciado por tres factores como la corriente fría de Humboldt, la corriente cálida del Niño y la Convergencia Intertropical, los cuales dan origen a dos periodos estacionarios bien definidos, como el periodo lluvioso o invierno que se caracteriza por ser caluroso y con fuertes precipitaciones iniciándose en el mes de Diciembre y llegando a su máxima manifestación entre los meses de Febrero a Marzo; y el periodo seco o verano que se define por ser frió con lloviznas temporales durante los meses de Julio a Noviembre; donde se presenta un clima templado con temperaturas promedio entre 12° C. a 22°C.

Estas características determinan que la zona pertenece a la región Bioclimático Sub-húmedo Tropical que corresponde a la formación ecológica de Bosque Húmedo Pre-Montano. (Acosta Solís - 1982).

c) Temperatura

El área de influencia al proyecto presenta altitudes entre 800 y 1.600 m.s.n.m, con temperaturas que oscilan entre 12ºC y 22ºC, la temperatura más baja se registra durante el periodo seco correspondiente al mes de Julio, mientras que el repunte de la temperatura se presentan durante el invierno en los meses de Diciembre a Mayo registrándose la máxima en el mes de Marzo.

d) Precipitación

La precipitación promedio anual es de 956.3 mm la cual está determinada por el ciclo convergente intertropical que provoca dos periodos, el invierno que se caracteriza por ser lluvioso y corresponde los meses de Enero, Febrero y Marzo donde el mes de mayor precipitación es de Febrero alcanzando valores de 424.1 mm; de Mayo a Diciembre se presentan moderadas lloviznas lo cual identifica a estos meses como secos, donde el mes de Diciembre es un periodo relativamente seco (22.9mm).

Estos datos ayudan a caracterizar el clima y la vegetación existente en el área de influencia, así como establecer y prever las jornadas de trabajo minero.

f) Evapotranspiración

La velocidad media de las moléculas depende de la temperatura, por lo que en el mes de marzo donde se presenta la mayor precipitación se origina la mayor evaporación (118.7 mm.) debido al aumento de temperatura; mientras que el mes de Junio se presenta el menor valor de evapotranspiración 36.9 mm, la zona posee un valor multianual de 944.2 mm., esto demuestra un aumento de evaporación con relación a los años anteriores.

g) Balance Hídrico

Las ganancias o ingresos de agua se producen a través de las precipitaciones y las pérdidas o egresos ocurren debido a los procesos de evapotranspiración, por lo tanto conociendo la evapotranspiración potencial y la precipitación se establece el balance hídrico, el cual es la diferencia entre el agua recibida por el suelo y la pérdida por éste, donde se incluye además el agua retenida o almacenada por el terreno, esto permite determinar mejor los períodos de exceso y déficit de humedad.

Balance hídrico = *Precipitación - Evaporación*

956.3-944.2 = 12.1 mm

Cuando la pérdida mensual o anual de humedad excede a la precipitación, resulta un balance deficitario, con lo cual el suelo se seca; cuando la precipitación es mayor a las pérdidas

resulta un excedente que permite recuperar la humedad del suelo, por lo tanto en el área proyecto se puede recuperar la humedad del suelo.

El balance hídrico es positivo debido al mayor aporte que realizan las precipitaciones y a la falta de capacidad de la atmósfera para evaporarlas, motivo por el cual se originan ríos que representan este excedente de agua.

h) Humedad

Mediante los datos de humedad relativa de los años 2006-2007se deduce que se trata de una zona de humedad relativa con muy poca variabilidad. Tiene un promedio anual de 76 %, siendo los meses de mayor humedad de enero a mayo, alcanzando valores de hasta el 82 %.

i) Nubosidad

En el área del proyecto se tiene un promedio multianual de nubosidad de 7.5 actas, permanece cubierto por neblina muy poco tiempo en las primeras horas de la mañana y la tarde durante los meses de Enero hasta Abril, esto permite deducir que la presencia de la neblina es escasa en todo el año, propiciando una zona con relativa humedad.

j) ***Vientos***

Los vientos en la zona tienen direcciones predominantes hacia el SE, pero se puede notar

tendencias al NE, la velocidad media del viento es de 1.5 Km/h durante todo el año. El mes de Febrero el viento alcanza su mayor velocidad (2.0 Km/h).

4.4.7.2 HIDROLOGÍA

El principal sistema hidrográfico del área lo constituye la cuenca del rió Chico formado por la unión del río Pinglio y las quebradas Durán y El Encanto, las mismas que poseen un caudal permanente de agua aumentando en invierno. El volumen promedio de agua del rió Chico es de 16m^3/s con un cauce aproximado al inicio de 3 m hasta llegar a 12m.

El río Chico desemboca en el rió Gala y luego al Océano Pacifico, dentro de la concesión el río toma una dirección preferencial Este-Oeste. El río Pinglio es tributario del rió Chico posee un caudal aproximado de 12 l/s con un ancho del cauce de 1,5 a 2 metros la forma del cauce es sinuoso debido a la presencia de cortes naturales abruptos en su trayecto, la corriente del caudal es torrentosa debido a la pendiente. En función de las altas precipitaciones en el periodo de invierno, el río transporta grandes cantidades de sedimento que provienen principalmente de los flancos de las labores mineras, mientras que en el periodo de verano, el transporte de sedimentos es menor por su bajo caudal de agua.

4.4.8 SUELOS

4.4.8.1 USOS DEL SUELO

El suelo del área de estudio se ha originado por varios procesos geológicos como la meteorización y alteración de rocas preexistentes como andesitas, cuarcitas, granodioritas y gneis.

El suelo del área en mención describe superficies semi-planas en el sector Este y superficies de pendientes a partir del límite del área minera "Las Paralelas" en los sectores Oeste, Norte y Sur, el grado de pendiente y las unidades fisiográficas son factores que determinan la aptitud del suelo, en consecuencia cada superficie presta condiciones favorables para determinados usos; actualmente el suelo del área minera tiene la siguiente cobertura: 30% corresponde a pastizal herbáceo continuo anual, 18% corresponde a cultivos especialmente de maíz y huertos.

El 22% corresponde a monte bajo a matorral, el 18% lo constituye remanentes de bosque secundario localizado en las micro-cuencas de las quebradas existentes en la concesión y el 12% zonas intervenidas entre las que se considera, vías, edificaciones y pueblos.

4.4.9 BOSQUES PROTECTORES Y ÁREAS DE INTERÉS AMBIENTAL

En la zona de influencia no se encuentran áreas sensitivas o de interés ambiental, ni bosques protectores; sin embargo se considera necesario conservar el ecosistema actual como: remanentes de vegetación secundaria que se localiza en los flancos y micro cuencas de las quebradas del sector así como el bosque secundario localizado dentro de la concesión minera (bosque húmedo Pre-Montano bhPM). La preservación de estos ecosistemas es indispensable para la vida ya que mantienen el equilibrio del ciclo entre los principales elementos naturales necesarios para cumplir con la cadena trófica de forma natural.

4.4.10 ÁREAS DE PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Mediante observación directa y entrevistas personales a más de recopilar información mediante el formulario de denominado; de Diagnóstico Ambiental Local Rápido (*Convenio Interinstitucional Plan Internacional –Fundación Natura*), se pudo determinar que no existen

áreas de importancia histórica, turística ni arqueológica dentro de la concesión ni tan poco en su área de influencia, la comunidad habla la lengua español, de religión católica, las tradiciones se mantienen, se celebran las fiestas de la comunidad.

Por otra parte la disposición geomorfológica y la ubicación del área con respecto a los centros poblados, como la ausencia de comunidades autóctonas y ninguna evidencia o rasgo arqueológico, hacen que el sector de estudio no este relacionado con áreas intangibles internas ni externas en su zona de influencia.

4.5 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

4.5.1 FLORA

Durante el recorrido de campo, recopilación de información de los estudios de impacto ambiental y testimonios de los habitantes del sector; se pudo determinar que el área presenta dominancia de pastos, huertos familiares y asociaciones vegetales tipo matorral que se encuentran cerca al inicio del río Chico.

Diagnóstico de Flora

El área de estudio presenta una diversidad baja, debido a que los remanentes de bosque están cada vez más alterados, aumentando la frontera agrícola; por la presencia de colonos y de trabajadores que extraen oro en las áreas mineras del sector.

En base a los estudios de impacto ambiental realizados en años anteriores, se registraron 40 familias de las cuales *Asteraceae* es la más frecuente con 79 individuos, seguido de *Myrsinaceae*

con 29 y *Flacourtiaceae* con 18 individuos. El 15.03% de las especies presentes en el área pertenecen al hábito arbóreo, seguido del 56.65% de hábito arbustivo y 28.32% de hábito herbáceo.

4.5.2 FAUNA

Para el diagnóstico de fauna se hicieron observaciones directas, debido a la grave intervención antrópica, es difícil obtener información en corto plazo, por tal razón los datos de las especies animales que se adjuntan a continuación son testimonios de los pobladores locales y revisión bibliográfica.

Diagnóstico de Fauna

La diversidad faunística es baja debido a que el hábitat florístico ha sido modificado y en algunos casos destruidos, es por esto que en la mayoría de los casos de cada familia se encuentran entre 1 y 2 especies. Se registraron 9 familias, la familia con mayor número de individuos fue Thraupidae. El bajo número de especies registrado se debe a la gran intervención humana presente en la zona; además, factores como el ruido afectan gravemente a la avifauna. Las especies de aves registradas durante el recorrido de campo se ordenaron de acuerdo a Ridgely et, 1998. (Tabla Nro. 2).

Tabla Nro. 2 Identificación de Especies

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	REGISTRO	
			OD	TL
Cathartidae	Coragyps atratus	Gallinazo	X	
Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero	X	

Trochilidae	Phaethornis baroni	Colibrí	X	
Furnariidae	Furnarius cinnamomeus	Chilalo	X	
Tyrannidae	Contopus punensis	Pájaro		X
Thraupidae	Ramphocelus icteronotus	Pájaro	X	
Thraupidae	Coereba flaveola	Pájaro	X	
Emberizidae	Sporophila peruviana	Semillero		X
Icteridae	Icterus mesomelas	Pájaro	X	
OD=Observación Directa; TL=Testimonio Local				
Fuente: Auditoria Ambiental del área minera "Las Paralelas" Año 2007 Consultor: Ing. Carlomagno Chamba T				

Se intentó registrar la presencia de mamíferos pero no se pudo debido a la gran actividad presente en el área, especialmente de maquinaria pesada. No se encontraron anfibios debido a las características físicas del lugar, la mala calidad de las fuentes de agua natural y la ausencia de cobertura vegetal.

Al efectuar el estudio y comparación de especies faunísticas determinadas en los estudios de impacto ambiental del área minera "Las Paralelas" y del presente proyecto de investigación, se puede deducir que la diversidad faunística se ha mantenido.

4.6 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO SOCIO-AMBIENTAL

4.6.1 POBLACIÓN

Demografía

La población dentro de la concesión se ubica en los caseríos de San Antonio, Naranjillas y Las Paralelas, étnicamente la población es mestiza. Se ha dividido a la población de acuerdo al sexo y por edades en cuatro grupos, obteniéndose los siguientes resultados:

La población total es de 450 habitantes que corresponden al 100%, de los cuales el 51.11 % corresponden a los 230 pobladores de sexo masculino y el 48.89 % corresponden a los 220 pobladores de sexo femenino.

De acuerdo a las edades: de 0 a 5 años corresponde el 11.11% (50 habitantes) del total de la población, de 6 a 12 años corresponde 26.67% (120 habitantes), de 13 a 18 años corresponde 17.78% (80 habitantes) y mayores a 18 años el 44.44% (200 habitantes). Lo que significa que en la comunidad en su mayoría predominan habitantes sexo masculino y con edades mayores de 18 años. (Tabla Nro. 3).

Tabla Nro. 3 Descripción Poblacional

POBLACION		
Total de la población en relación al sexo de los habitantes		
Sexo	**% de habitantes**	**# de habitantes**
Masculino	51.11 %	230
Femenino	48.89%	220
TOTAL	**100 %**	**450**
Total de la población considerando las edades de los habitantes.		
Edades (años)	**% de habitantes**	**# de habitantes**

0 a 5	11.11%	50
6 a 12	26.67%	120
13 a 18	17.78	80
> a 18	44.44 %	200
TOTAL	**100 %**	**450**
Fuente: Egdas: Maritza Domínguez –Mariana Yaguana		

Emigración

De acuerdo a las entrevistas realizadas en el sector de San Antonio, la emigración de personas hacia estos sectores desde otros sitios del país en búsqueda de trabajo en la actividad minera es alta. A este sector minero emigran personas procedentes de Esmeraldas, Loja, Machala, Pasaje, Zamora, Loja, Santa Isabel, Pucara y, hasta de poblaciones cercanas como es San Juan de Naranjillas, San Gerardo y Shumiral; las mismas que laboran temporalmente en la zona.

La disponibilidad de mano de obra esta sometida a la magnitud de la actividad minera y oferta de trabajo, solamente la empresa AGRIMROC SA., ocupa 175 personas entre socios, técnicos, trabajadores y administrativos; el resto de personas laboran en las diferentes sociedades mineras que se asientan dentro del área de concesión o también fuera de ella

4.6.2 EDUCACIÓN

En San Antonio de Las Paralelas se cuenta con la infraestructura indispensable para el desarrollo de las actividades educativas, entre el que podemos mencionar la Escuela Fiscal Mixta "Las Paralelas", que cuenta con cien alumnos y cinco maestros de segundo a séptimo año de

educación básica. La escuela mixta cuenta con lo necesario e indispensable para el desarrollo educativo, además se imparte las materias de computación e inglés. Los honorarios de los docentes que laboran el esta escuela son cancelados por la empresa minera AGRIMROC. S.A

El nivel de educación primaria en la comunidad ha mejorado, se han realizado programas de alfabetización, la mayoría de habitantes saben leer y escribir. Mientras que aquellos que desean prepararse en un nivel superior deben hacerlo en colegios en la modalidad a distancia o presencial pero fuera del sector en las ciudades de Machala o Cuenca respectivamente.

4.6.3 SALUD

El servicio de salud más cercano es el de San Gerardo pero no cuenta con lo necesario para casos de emergencia, por consiguiente los pobladores se ven obligados a acudir a las ciudades de Machala o Cuenca.

Según las entrevistas realizadas a los pobladores, las enfermedades más comunes son: gripe, diarrea, parasitosis, las cuales se originan debido a la falta de higiene personal, por el consumo de agua sin tratar y por las condiciones ambientales del sector. No se han reportado casos de ningún tipo de intoxicaciones. Los años de vida promedio entre los habitantes de la comunidad son de 75 años. Mortalidad infantil no se han registrado.

4.6.4 INFRAESTRUCTURA VIAL

Para acceder al área minera desde Shumiral se recorre 29 Km. aproximadamente por una vía de segundo orden lastrado. Requiere mantenimiento permanentemente especialmente lastrado y habilitación de cunetas. Existe el servicio de transporte público de camionetas hasta San Antonio

con cuatro turnos diarios desde Shumiral.

4.6.5 VIVIENDA

La población acantonada dentro del perímetro de la concesión "Las Paralelas", cuenta con un total de 88 viviendas, las viviendas existentes en el área, son de variada estructura, depende del uso que tenga y nivel de ingreso de la familia.

Los tipos más comunes de vivienda son los denominados ranchos construidas con madera y techo de zinc; y finalmente las viviendas de construcción mixta compuestas por bloque, madera, hormigón y techo de zinc. Se registró que un 60 % de las viviendas tienen ubicada la cocina y dormitorio en el mismo cuarto con un promedio de 4 a 5 personas por hogar.

4.6.6 SERVICIOS BÁSICOS

Agua Potable

No disponen de agua potable, solo cuentan con agua entubada obra propia de los habitantes suministrándose de vertientes naturales que atraviesan la concesión.

Alcantarillado

En el sector no poseen alcantarillado por lo tanto la eliminación de aguas servidas se realiza mediante pozos ciegos o sépticos que en algunos casos se arrojan a la intemperie, generando contaminación a las aguas superficiales de los esteros cercanos y quebradas.

El tratamiento del agua es mediante cloración, la evacuación de las aguas lluvias se lo realiza por medio de cunetas y canales.

Recolección de Basura

La recolección es comunitaria, el sistema de eliminación de desechos se lo realizan mediante incineración, entierro, con la depositan en sitios asignados para el caso.

Energía Eléctrica

El 100% de las viviendas dispone del servicio eléctrico; la energía proviene del sistema nacional interconectado CENTROSUR cuyo servicio es eficiente en los campamentos alternando con los generadores.

Comunicación

Existe servicio de telefonía celular y convencional en San Antonio y en San Gerardo, en todo el sector la frecuencia de la mayoría de canales de televisión y radios, tanto locales como nacionales es irregular.

Deporte y/o recreación

En la comunidad el deporte que más se práctica es el vóley, la infraestructura deportiva se encuentra en malas condiciones y esto no ha sido razón para que los habitantes del puedan recrearse, según entrevistas directas a los habitantes informan que las autoridades a cargo no se manifiestan con las peticiones de la nueva infraestructura. A excepción del área minera "Las Paralelas" que cuenta con una patio propio para el desarrollo de las actividades deportivas.

Necesidades básicas de la población

Entre las principales necesidades que requieren la comunidad acantonadas del área son:

- Tratamiento del agua para consumo humano
- Un mejor botadero de basura
- Un centro médico
- Guardería infantil
- Reten de Policía
- Infraestructuras deportivas
- Iglesia

El sector muestra la falta de interés por parte de las autoridades competentes, los habitantes carecen de algunos servicios básicos, pese a las circunstancias los moradores han sabido llevar la situación ya sea por la falta de agua potable, alcantarillado, recolección de la basura y servicios de salud entre los principales.

4.6.7 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Las actividades productivas que se desarrollan en San Antonio de "Las Paralelas" son: el trabajo por jornal con un 18,5% de la población total, donde se encuentran los ejes de familia (64 hab), agricultura 0,57% (2 hab) 2,59%, comercio (9 hab). Las mujeres, madres de familia se dedican en su gran mayoría a (Janchar) llegando a ser 11,23% (39 hab) de las actividades más relevantes de este género, y 5,47% amas de casa (19 hab).

Niveles de Ingreso

De acuerdo a los datos de encuestas y entrevistas realizadas, los principales ingresos por familia provienen de las diferentes actividades productivas enunciadas anteriormente donde se perciben salarios de 170 dólares trabajando 22 días al mes.

En la concesión el mayor y el principal ingreso mensual proviene del trabajo en las minas, seguido, comercio y agricultura, ganadería. Los niveles de ingresos son considerados como medianos a bajos. Como dato interesante de esta encuesta se debe mencionar que las mujeres que realizan el "janche" obtienen un promedio mensual de 300 dólares mensual esto si la mina es favorable de acuerdo al propio comentario de ellas.

Asistencia Técnica

En San Antonio se tiene la asistencia técnica de AGRIMROC S.A. para la producción minera, agrícola y pecuaria del área, siendo su principal objetivo aumentar la rentabilidad de estas actividades, y es así que los habitantes del sector han incrementado gradualmente la producción

del campo y por ende sus ingresos.

Comercialización

La zona es eminentemente minera, por lo que la actividad comercial se centra a la comercialización de productos mineros (oro y plata) en los cantones de la parte baja de la provincia del Azuay y El Oro; este intercambio comercial de productos contribuye a que los ingresos de los habitantes del sector puedan llevar un estilo de vida sustentable.

Tenencia de la Tierra

La tenencia de la tierra en San Antonio está legitimada por las instituciones gubernamentales mediante escrituras públicas, las dimensiones varían de acuerdo al uso, ocupando mayor territorio los sectores agrícolas, ganaderos, y minería, los de menor territorio son utilizados para huertos y construcción de las viviendas.

Crianza y sacrificio de animales

La comunidad se dedica a la crianza de ganado vacuno y a la crianza de ganado porcino/ovino junto a fuentes de agua.

Seguridad, Libertad y Justicia.

En el sector la seguridad ciudadana se ve amenazada por los robos, asaltos, crímenes y en mayor tendencia el consumo de alcohol.

La participación de la mujer en la comunidad ha aumentado, en su mayoría las mujeres cuentan con un nivel de educación primaria, la pobreza y mendicidad se mantiene en el sector.

Organización Social

El tipo de organización es comuna, las organizaciones con las que tiene más relación la sociedad son: la Junta Parroquial, Municipio, Misión Eclesiástica y el Consejo Provincial. Cabe mencionar que existen organizaciones privadas que trabajan con la comunidad como fundaciones ecológicas.

Manejo de Productos químicos y desechos peligrosos.

En general el almacenamiento de los agroquímicos y productos de uso veterinario es dentro de la vivienda, en el uso y manejo de estos productos las personas no se protegen (guantes, mascarilla) cuando manipulan o usan estos productos, en la comunidad no se han dado casos de intoxicaciones por estas sustancias. La disposición final de desechos agroquímicos, tales como los envases vacíos, fundas, tarros, canecas son abandonados en el campo facilitando que los niños y todo ser vivo tengan contacto con estos desechos.

El combustible se lo almacena fuera de la vivienda, el destino de los desechos peligrosos como; lubricantes usados, pilas gastadas, baterías de carros, desechos de industria y minería, restos de pintura o solventes, van junto con la basura doméstica no tiene un sistema de clasificación de desechos.

4.7 DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES MINERAS

La actividad minera que practica el área minera "Las Paralelas" es de minería subterránea a pequeña escala. El área minera realiza la etapa de conminución del mineral en el molino a bolas de propiedad de la compañía AGRIMROC S.A. Las colas del proceso de conminución -molienda- recuperación son tratadas mediante procesos de cianuración con carbón activado. La recuperación es del 70-80% del oro contenido en las colas de la molienda.

El carbón cargado con oro es procesado mediante cianuración, ataque químico y la posterior fundición de la que se obtiene barras de oro con leyes del 80%. La mena mineral transportada es acumulada en la plataforma junto a las dos trituradoras de mandíbulas; el material comprendido como bloques superiores mayores a 15 centímetros de diámetro son reducidos de tamaño manualmente a combo, para luego pasar por la trituradora disminuyendo su tamaño a menos de 5 cm.

Para el procesamiento del mineral se dispone de un sistema de molienda con una capacidad de 60 ton/día, constituida por tres molinos fijos tipo trapiche chileno y un molino a bolas. La recuperación del oro libre se la realiza mediante canalones en un pre-concentrado, mediante bateas hasta obtener un concentrado de mayor ley utilizando los molinos chilenos.

Las sociedades inmersas dentro del área minera desarrollan sus actividades mineras de explotación subterránea en yacimientos primarios tipo filones hidrotermales (vetas). La realidad minera del país y especialmente de este sector ratifica, que los mineros inician sus

labores desde una galería exploratoria mediante un cálculo empírico de sus reservas y valores de oro.

Al encontrar valores económicos rentables continúan con la explotación de la estructura, simultáneamente que siguen explorando otras estructuras que se las encuentran durante el franqueo de las galerías.

Al iniciar la galería exploratoria las sociedades, verifican los valores de oro usando el método del porrón batea. Los valores económicos rentables de acuerdo a costo-beneficio en la zona debe ser igual ó superior a los 6 gr. Au/Ton. El tipo de minería que practican las sociedades es subterránea a pequeña escala de acuerdo ala clasificación de actividades mineras expuesto en el reglamento de minería.

En la concesión minera "Las Paralelas" los trabajos de explotación simultánea son realizados en forma mecánica, utilizando comprensores para el franqueo de galerías, martillos neumáticos perforadores, explosivos, vagonetas con neumáticos y rieles para el transporte subterráneo del mineral.

Las galerías cuentan con dimensiones adecuadas para la circulación del personal y evacuación del material (usan vagones con llantas), tienen ventilación, iluminación interior mina, campamentos e infraestructura adecuados, sistemas para captar el agua y las medidas de seguridad y protección que están a su alcance.

4.7.1 PERFORACIÓN

Para los trabajos de perforación se utiliza perforadoras roto percusivas neumáticas, se prefiere ésta por ciertas ventajas en su costo, rapidez, peso y cantidad de presión de aire; el diámetro de los barrenos es de 30 mm y 1,20 a 1,60 m de largo; la perforación se realiza siguiendo un diseño de avance preestablecido para cada frente.

Foto Nro.2 Perforaciones Roto Percusias Neumáticas

4.7.2 VOLADURA

En las 24 horas del día, generalmente se realiza de una a dos voladuras en distintos frentes, destinándose la noche y madrugada para ventilación. Como carga de fondo se utiliza dinamita, en la mayoría de los casos el cuele se carga con dos cartuchos y el resto de las perforaciones con un solo cartucho; la carga de columna es cartuchos de Anfo, de 1 a 2 por perforación; y, como retacado se emplea arena fina.

4.7.3 VENTILACION

Para ventilar las labores mineras se utiliza extractores eléctricos provistos de tubos PVC de 4" y 6" que hacen de mangas de ventilación, evacuando los gases desde los distintos frentes hacia las salidas; además se inyecta aire fresco a la mina, impulsado por compresores en superficie.

Además se tiene la chimenea de ventilación cuya salida de encuentra cerca del poblado San Antonio.

4.7.4 ILUMINACIÓN

El alumbrado generalmente es eléctrico, ya sea proveniente del interconectado nacional como de generadores de energía locales; se utilizan focos de 60 y 100 vatios.

4.7.5 CARGA

El mineral procedente de la mina es trasladado desde las bodegas mediante una excavadora hacia las camionetas o volquetes de 2 TN de capacidad aproximadamente que se dirigen a la planta de tratamiento.

Foto Nro.3 Transporte del Mineral

4.7.6 TRANSPORTE

Luego de la voladura, y posterior ventilación el mineral extraído es clasificado en el interior de la mina y reclasificado en el exterior para luego colocar en las bodegas la mena mineral. La ganga es desechada a los botaderos ya que el área carece de un diseño ingenieril para depósitos de mina; para el transporte interior mina se utilizan carros mineros metálicos

con llantas y vagonetas con rieles; en varias partes winches eléctricos y neumáticos internos y externos.

Foto Nro. 4 Salida del Material

El transporte de la mena mineral desde los frentes de explotación se los realiza mediante vagonetas metálicas de neumáticos hasta las bodegas. En la sociedad minera "Las Paralelas" se ha implementado el transporte interior-exterior mina mediante volquetes guiadas por rieles, incrementando de esta manera la capacidad de transporte de mena y disminuyendo el esfuerzo humano.

4.7.7 APILAMIENTO INTERNO

El área minera "Las Paralelas" cuenta con una planta de benéfico de minerales con capacidad de procesamiento de 1600 a 1800 toneladas por mes, pero no siempre se llega a

procesar en esta capacidad por diversos factores.

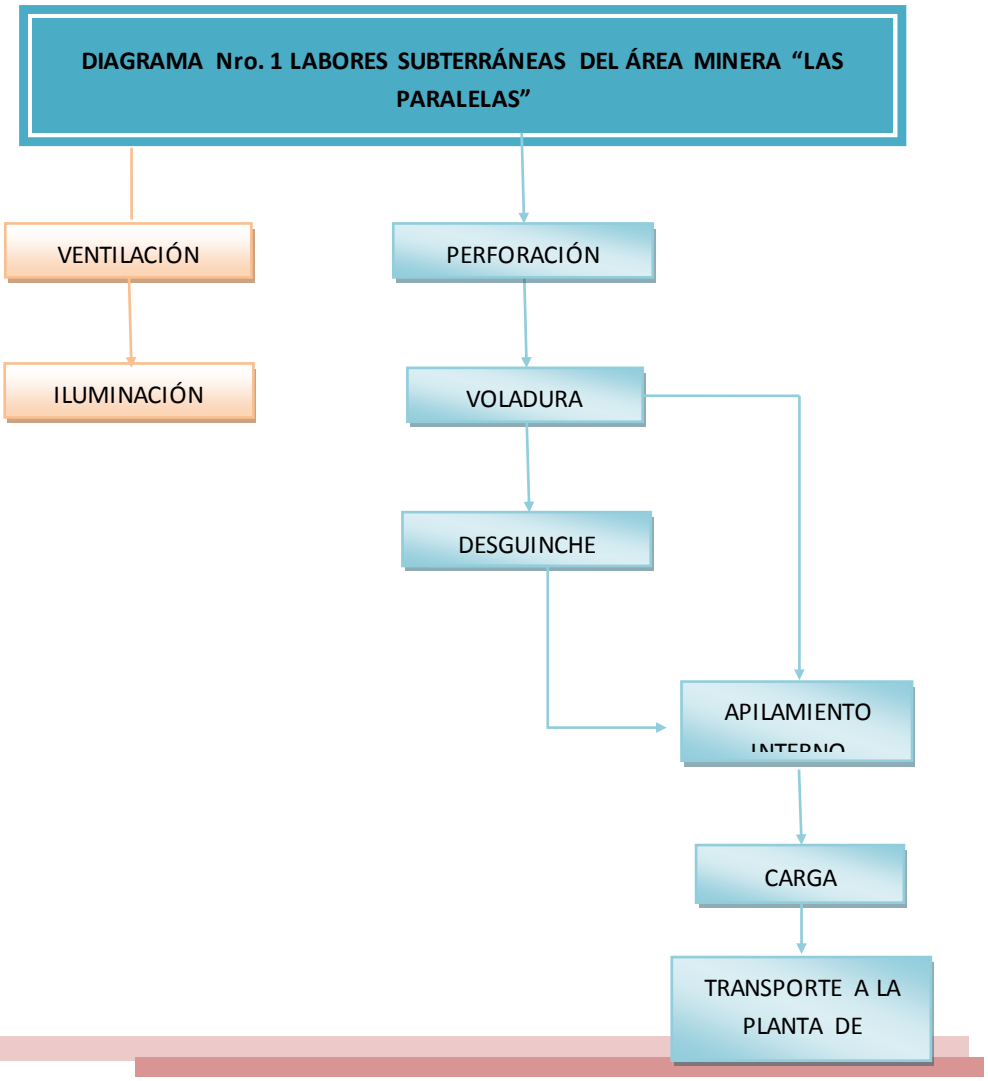
El

ACTIVIDADES	# HOMBRES	HORAS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PERFORACIÓN	3								
VOLADURA	2								
VENTILACIÓN	0								
CARGA	3								
TRANSPORTE	4								
Fuente: Egda. Maritza Lorena Domínguez M.									

material procedente de la mina es trasladado en dos volquetes de 2 toneladas de capacidad cada uno los cuales se dirigen a la planta de tratamiento para apilar en material en la tolva de gruesos de la planta de beneficio cuya capacidad es de 60 toneladas días distribuidas en dos cargas.

Tabla Nro. 4 Cronograma de Labores del Área Minera "Las Paralelas"

Egda. Mariana de Jesús Yaguana M.



4.8 DESCRIPCIÓN DE LAS LABORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y BENEFICIO

4.8.1 CRIBADO

En la fase de cribado del mineral se utiliza dos zarandas vibratorias, una primaria para clasificar el material fino de ½' de diámetro y una zaranda secundaria para material grueso de menos de 2' de diámetro, esta zarandas funcionan con un motor eléctrico de 20 hp. La zaranda vibratoria primaria y secundaria es de 3 pies*7 pies de capacidad.

4.8.2 TRITURACIÓN

En esta primera fase de fragmentación del material, etapa que se caracteriza por quebrantar y liberar las denominadas especies minerales se dispone de una tolva con capacidad de 60 ton/día para posteriormente abastecer a la trituradora primaria de mandíbulas 10'*12' de capacidad, el material pasa luego por una zaranda vibratoria primaria la cual clasifica finos de ½ pulgada y gruesos de menos 2 pulgadas de diámetro.

En un posterior paso el material de ½' ingresa a la trituradora de mandíbulas secundaria

cuyo tamaño es de 6'*20' a través de las bandas transportadoras de 15m y 30m de longitud.

El material que se obtiene de la trituradora secundaria es de -3/4', mismo que se conduce a través de la banda transportadora de 30m de longitud al depósito de material a procesar.

4.8.3 MOLIENDA

El material obtenido del proceso de trituración pasa al molino de bolas que acepta material de -3/4' a 1', con dimensiones de 5*8pies, su funcionamiento se realiza con la colaboración de un motor de 80 caballos fuerza, en este proceso de molienda se añade agua, cianuro en un total de 1.2 kg/ton de material y cal en un total de 2.5 kg/ton de material. De este proceso se obtiene 80% de producto molido con densidad de 1300g/lit, permitiendo el paso en la malla de 200mm.

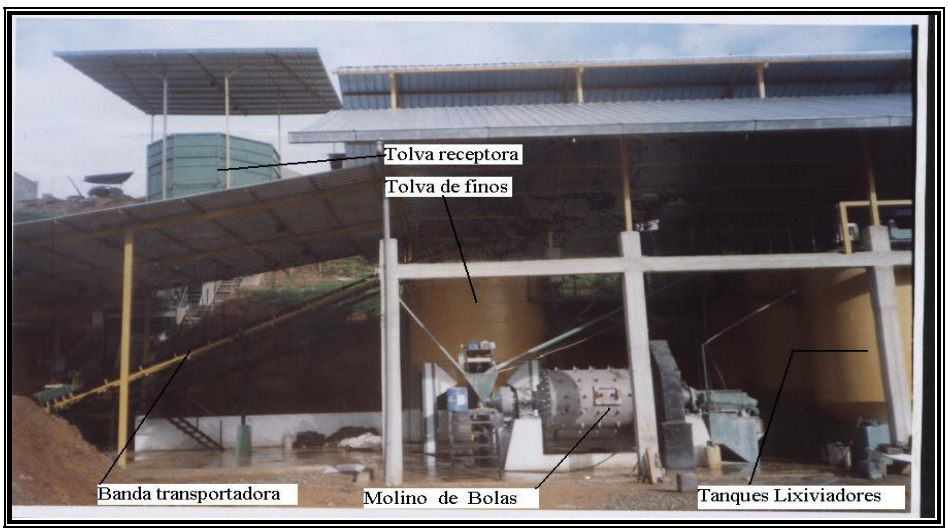
4.8.4 BENEFICIO

La etapa de beneficio constituye el enlace tecnológico entre la extracción o arranque de materias primas minerales y su transformación en materiales de uso industrial. Las técnicas utilizadas sirven para concentrar el fino (material valioso) después de separarlo del material estéril que lo rodea. La gran variedad de materias primas y las grandes diferencias entre los yacimientos exigen una amplia gama de técnicas de beneficio y las diversas fases del procesamiento metalúrgico que se describen a continuación.

4.8.5 CIANURACIÓN

Luego del proceso de molienda el material es bombeado al hidrociclón de 6 pulgadas de longitud, este a su vez clasifica el material en gruesos y finos. El material grueso vuelve al molino de bolas para reducir su diámetro, mientras que el material fino pasa a los dos primeros tanques agitadores cuyas capacidades son de 26m^3 y 25m^3 donde se procede a la disolución de capacidades.

Foto Nro.5 Planta De Beneficio



Luego el material es cargado con 500 kilos de carbón activado por cada uno de los

tanques agitadores continuos cuyas dimensiones son de 25m^3 c/u. Posterior a la carga el material pasa por tubería a la denominada cosecha donde se añade agua y carbón, luego pasa a la tolva de finos de capacidad de 70 toneladas.

Después de obtener esta solución, es enviada al tanque donde la solución que se prepara para precipitar el oro contiene soda en una cantidad de 75 kg por proceso y 55galones de alcohol a temperaturas de 90ºC y 95ºC, durante un periodo de cuatro días para obtener un producto con ley de 80%.

4.8.6 AMALGAMACIÓN

En la fase de amalgamación, el mineral se recupera a través de los concentrados gravimétricos, que serán tratados en cilindros amalgamadores y posterior destilación del mercurio en la retorta; los tenores de oro en el mineral de las estructuras son variables. Posterior a una selección de amalgama se dispone la quema de la misma, obteniendo la esponja de oro que se comercializa en los mercados locales.

4.8.7 AFINO

Es un proceso en el cual elimina las impurezas del metal, se agregan elementos como el bórax que actúa a modo de fundente en la operación de fundición y el ácido nítrico previamente diluido, y así obtener altos grados de pureza en el metal.

4.8.8 FUNDICIÓN Y ELEVADORES DE PUREZA

En la fase de fundición del oro se coloca bórax en cantidades de 10 kilos por cada proceso de solución en relación 1:10, es decir uno de bórax y 10 de solución alcanzando barras con 85% de pureza.

Después de esta obtención de pureza se incauta la barra de oro con plata en relación 3:1, consistiendo 3 de plata para uno de oro, lo que permite elevar la pureza del mineral a un 99%. En la fase final de recuperación del mineral se procede al ataque químico con acido nítrico en caliente para disolver plata y cobre purificando el precipitado.

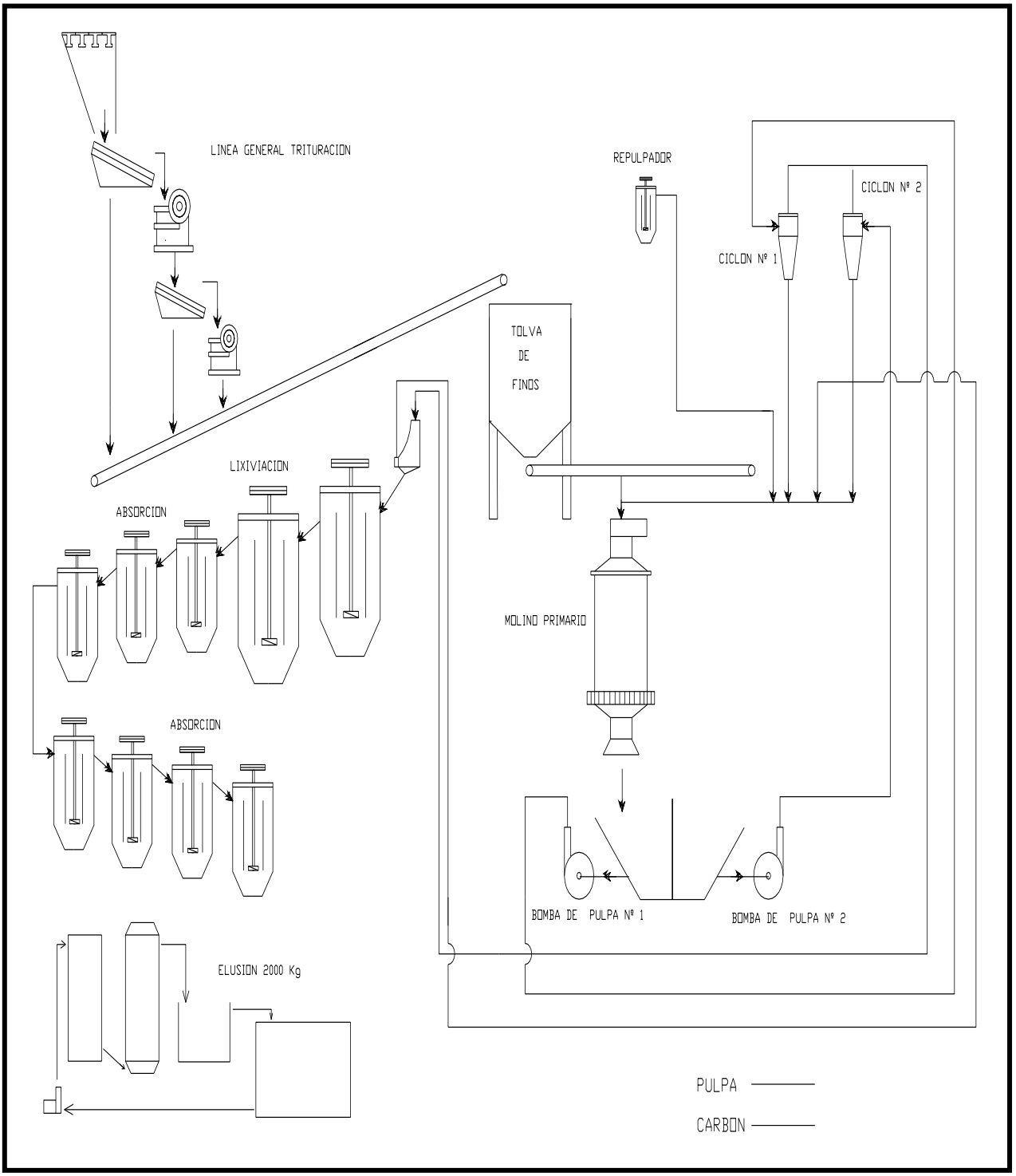
Tabla Nro. 5 Cronograma de Labores de la Planta de Beneficio

ACTIVIDADES	# HOMBRES	HORAS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
APILAMIENTO INTERNO	3								
CRIBADO	1								
TRITURACIÓN	2								
MOLIENDA	1								
CIANURACIÓN	2								
AMALGAMACIÓN	2								
AFINO	1								
FUNDICIÓN	2								

Fuente: Egda. Maritza Lorena Domínguez M.

Egda. Mariana de Jesús Yaguana M

Diagrama Nro. 2 Labores de la Planta de Beneficio



4.9 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS POR ETAPA DE TRATAMIENTO Y

BENEFICIO

Las actividades mineras generan grandes cantidades de residuos, de los cuales los más importantes a tratar, controlar y manejar son los efluentes líquidos. Otros residuos sólidos en la industria minera son los resultantes de pérdidas del proceso de beneficio, residuos de las etapas posteriores al procesamiento de los minerales tales como escorias de fundición, embalajes de diversos tipos, chatarras, basura de oficinas, laboratorios y talleres, basura doméstica proveniente de comedores y alojamientos o villas residenciales, y otros tipos de residuos diferentes, desde tubos fluorescentes hasta escombros de construcción. Todos estos residuos deben ser manipulados y tratados separadamente en forma adecuada desde la generación hasta su destino final.

4.9.1 RESIDUOS Y TIPOS DE RESIDUOS

En el área minera "Las Paralelas" se generan residuos de materiales, que se producen tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo, que no se presentan en estado líquido o gaseoso y se los ha clasificado de la siguiente manera:

1. Residuos no peligrosos
2. Residuos peligrosos o tóxicos.

1. Residuos no peligrosos

Los residuos no peligros del área minera "Las Paralelas" lo constituyen los desechos domésticos y desechos orgánicos, se caracterizan por no contener en su estructura sustancias peligrosas para la salud y el medio ambiente, se conoce una sub-clasificación de estos residuos.

- Residuos no degradables y
- Residuos biodegradables.

En el área de estudio existe la presencia de residuo no degradables, como son; las latas, cartón, plásticos, caucho, pilas y el vidrio.

Foto Nro. 6 Desechos Domésticos

Los residuos biodegradables que se generan en el área minera son todos aquellos que con el tiempo se descompone su estructura por acción biológica, lo constituyen principalmente los desechos domésticos que dentro del campamento se producen, como son todos los desechos de los alimentos, desechos de las plantas, todos estos sirven de nutrientes para el suelo, por su composición orgánica conjuntamente ayudan a la formación de un suelo apto para el cultivo.

2. Residuos peligrosos o tóxicos

En el área de estudio, se ha determinado la presencia de residuos peligrosos o tóxicos en la planta de tratamiento y beneficio, residuos que contienen sustancias que representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente.

Entre los elementos contaminantes se tienen: aceites usados para el mantenimiento de la maquinaria de la planta de beneficio, polvo, presencia de gases de refinación ácida, asimismo el ruido que sobrepasa el limite permisible, la utilización del mercurio en el proceso de amalgamación, el cianuro y ácidos de fundición para la obtención de la barra de oro, poseen cualidades tóxicas y peligrosas para los trabajadores y medio ambiente.

Foto Nro. 7 Arena De Relave

Foto Nro.8 Desechos líquidos

4.9.2 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA PLANTA DE BENEFICIO DEL AREA MINERA "LAS PARALELAS"

4.9.2.1 RESIDUOS EN APILAMIENTO

Luego que el material es ubicado en la tolva de 60 ton/día de capacidad, se generan los denominados residuos de apilamiento constituidos básicamente por el material de mina, al descargar el material en la tolva al instante se produce una atmósfera de residuos ligeros (polvo) que resulta perturbador y su inhalación puede causar diversas enfermedades a los pulmones, como la silicosis o neumoconiosis, además el medio paisajístico se impacta por la presencia de estos residuos.

4.9.2.2 RESIDUOS EN CRIBADO

El equipo de cribado está constituido por dos zarandas vibratorias, cuando se ejecuta el proceso de cribado los residuos que se genera son en relación al ruido, pues este alcanza los 80,7 y 100 decibeles, considerándose un grave problema medioambiental, afectando

especialmente a quienes están encargados de este proceso, provocando daños a su salud específicamente al sistema auditivo, si no cuentan con un completo equipo de seguridad.

4.9.2.3 RESIDUOS EN PROCESAMIENTO MECÁNICO

Durante el procesamiento mecánico en la etapa de trituración, se originan residuos de material liviano (polvo) que son dañinos para a salud provocando infecciones al sistema respiratorio, enfermedades de los pulmones; como la silicosis o neumoconiosis y alergias a la piel, además se genera ruido donde según la normativa y el tipo de zona alcanzan los 100.3 y 105.1decibels sobrepasando el nivel permisible de ruido de 70 decibles, lo que ocasiona efectos secundarios al sistema auditivo y trastornos a la salud de los trabajadores y de quienes están directamente involucrados con este proceso.

En la etapa de molienda donde se emplea un molino a bolas que acepta material de -3/4' a 1', el cual genera ruido en un nivel de 99.4 decibeles, derivándose como un residuo dañino para el sistema auditivo de quienes laboran cerca de esta fase, además el proceso de agregar cianuro en los molinos sin protección adecuada bloquea la capacidad de las células para utilizar el oxígeno, lo que podría originar enfermedades pulmonares y al sistema inmunológico, de igual forma altera las condiciones del medio circundante.

4.9.2.4 RESIDUOS EN BENEFICIO

Una vez que el material pasa por la etapa de molienda, este debe ser cargado con carbón activado en los tanques agitadores, en este proceso no se determina la presencia de residuos externos dañinos para la salud y el ambiente hasta el momento de la obtención de los relaves o colas finales, que contienen elementos contaminantes los cuales serán manejados adecuadamente con el diseño de tratamiento del presente proyecto de investigación.

A continuación en la etapa de amalgamación donde el mineral será tratado en cilindros amalgamadores para obtener la destilación del mercurio en la retorta se dispone la quema de la misma, logrando la esponja de oro, en todo este proceso de beneficio se muestran residuos tóxicos y emisiones gaseosas, el vapor de mercurio y sus sales solubles corroen las membranas del organismo, provocando daños irreversibles en el cerebro, hígado y riñón, conjuntamente causan deformaciones, mutaciones y enfermedades ambientales.

Entre los compuestos químicos utilizados en la fase de beneficio tenemos:

- Cianuro de sodio: 50kg/ton de mineral (1.4kilos).
- Carbón activado: Se dispone de 1.35 toneladas de carbón marca CALGON.
- Soda cáustica: De 100 a 150 kilos por mes.
- Ácido nítrico: Se utiliza en la refinación ácida de los cementos de los circuitos de electrodeposición en un total de 35 kilos.
- Meta-sulfito de sodio: Es adicionado a la solución de agua regia que contiene oro disuelto, permitiendo precipitar el cemento de oro de menor ley, se utiliza 20 kilos.
- Bórax: 20- 25 kilos/mes utilizado como fundente.
- Nitrato de plata: Para titulación del cianuro libre; usan 100gr/mes.
- Yoduro de potasio indicador durante la titulación, usan 25gr/mes.

4.9.2.5 RESIDUOS EN AFINO

Comprende la etapa de fundición del oro, los gases generados durante la calcinación y fundición son en mediano volumen, como sulfuro de hidrógeno o monóxido de carbono que de no ser tratados adecuadamente afectarían a la salud provocando deformaciones, mutaciones, alergias e infecciones a los trabajadores y quienes laboran cerca de este proceso

de fundición.

4.10 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El propósito a los que se concreta el presente capítulo corresponden a la parte esencial del diagnóstico de impactos ambientales, por lo que su evaluación se realiza una vez caracterizado el entorno del área de influencia y descrito detalladamente las actividades mineras que se desarrollan en el área, de tal forma que se llegue a los siguientes objetivos:

a. Identificar los impactos durante el desarrollo de las actividades del proyecto minero.

b. Valorar los impactos identificados considerando las características de magnitud e importancia.

c. Jerarquizar los impactos previamente identificados y calificados con el propósito de priorizarlos.

4.10.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para la identificación de los factores ambientales y actividades de la planta de beneficio del Área minera AGRIMROC S.A, se ha considerado un estudio previo de los factores posiblemente afectados dentro del área, además de la información actualizada de las diferentes labores de la planta que a continuación se mencionarán.

4.10.1.1 MEDIO FÍSICO

Agua

Las muestras de agua tomadas en puntos específicos dentro del área de estudio, indicadas en la siguiente tabla y analizadas en el laboratorio de aguas "ETAPA" de la ciudad de Cuenca, demostraron una insignificante variación dentro de los parámetros analizados de plomo y zinc.

Tabla Nro.6 Análisis de Metales Pesados Presente en el Agua

Nro.	Código	Coordenadas		Parámetro	Resultado	Límite permisible	pH	Límite permisible de pH
		X	Y					
1	AMCS-MP1	653 283	9´664 356	PLOMO	0.0105 mg/l	0.5 mg/l	6.91	5-9
				ZINC	0.0128 mg/l	5 mg/l		
2	AMP-1	653 220	9´663 816	PLOMO	0.009 mg/l	0.5 mg/l	6.77	5-9
				ZINC	0.0152 mg/l	5 mg/l		
3	AMMP-1	653 403	9´664 294	PLOMO	0.009 mg/l	0.5 mg/l	6.7	5-9
				ZINC	0.0074 mg/l	5 mg/l		
4	AMP-2	653 375	9´663 940	PLOMO	0.009 mg/l	0.5 mg/l	6.73	5-9
				ZINC	0.0077 mg/l	5 mg/l		
Fuente: ETAPA. Cuenca. Gestión Ambiental.								

Con respecto al pH estas aguas son ligeramente ácidas, es decir de acidez muy débil. Según TULAS las presencia de ciertos parámetros como demanda bioquímica de oxígeno y microbiológicos (sin considerar: La turbiedad, Nitrógeno amoniacal, Amonio, Manganeso, como: color, sabor y sólido suspendidos, conductividad eléctrica, aceites y grasas) conlleva a que se encuentren dentro de los límites permisibles para el tratamiento convencional para el uso de

Análisis físico- químico						Análisis microbiológica							Metales Pesados	
MUESTRAS	CÓDIGO	CA (UC)	C (Uc/cm)	DQO (mg/l)	DBO_5 (mg/l)	(mg/CaCO3/L)	(mg/CaCO3/L)	PH	GT (UFC/ml)	CT (NMP/100ml)	CF (NMP/100ml)	HL (UFC/ml)	Pb	Zn

consumo humano y doméstico.

De acuerdo a su calidad para aguas de uso agrícola, según la norma de L.V. Wilcox y H. Greene nos proporciona una composición que podemos considerar de ***buena a muy buena***; esto, coadyuva al criterio de calidad para la preservación de la flora y fauna ***válida*** dentro de los límites permisibles, con respecto a los parámetros determinados.

Tabla Nro. 7. Análisis Microbiológico y Biológico de Agua

1 2 3 4	AMCSFQM-2 AFQM-1 AMFQM-2 AFQM-2	200 222 128 153	500 245 158.5 153	8 6 6 6	0.80 0.60 0.60 1.40	156.7 40.41 51.54 45.36	214.4 113.4 74.22 73.19	6.91 6.77 6.73	1.20E+05 6.80E+04 1.10E+05 1.40E+05	2.00E+03 1.10E+03 1.90E+03 2.10E+03	1.70E+01 1.00E+01 1.40E+01 2.20E+01	1.00E+00 1.00E+00 1.00E+00 2.00E+00	10.5 <10 <10 <10	12.8 15.2 7.4 7.7
LÍMITES PERMISIBLES					**<2**				**30**	**3000**	**200**			

Fuente: ETAPA. Cuenca. Gestión Ambiental y Laboratorio Particular Ing. Jorge Ojeda. Loja.

Términos descriptivos aplicados a los análisis de aguas:

CA: Color Aparente

C: Conductividad

DQO: Demanda Química de Oxigeno

DBO_5: Demanda Biológica de Oxigeno

DC: Dureza Cálcica

DT: Dureza Total

GT: Gérmenes Totales

CT: Coliformes Totales

CF: Coliformes Fecales

HL: Hongos y Levaduras

Por consiguiente se necesita un tratamiento tipo A2; esto indica que, según las normas de CEE para aguas superficiales de consumo humano exigen ***un tratamiento convencional físico y químico completo con desinfección.***

Aire

De acuerdo a las observaciones realizadas, las emisiones de gases producto del proceso de lixiviación, fundición, refinación, quema de la amalgama, operación de la maquinaria, transporte en general y polvo, representan un mediano porcentaje de contaminación, por lo que se sugiere realizar estudios que permitan el análisis completo de cada fuente contaminante dentro de las actividades que estas generan.

Suelo

De acuerdo a los análisis realizados en el laboratorio se evidencia la alteración de las características físico-químicas de la calidad del suelo, por la construcción de piscinas de relaves, procesos de amalgamación, preparación de plataformas de trabajo, instalaciones, ubicación de maquinaria entre otras actividades.

Para evidenciar la presencia de metales pesados dentro el perímetro del área de estudio se procedió a la toma de muestras en cuatro puntos específicos, las cuales fueron analizadas en el

laboratorio de suelos "CESEMIN" de la ciudad de Cuenca demostrándose los siguientes resultados:

Tabla Nro.8 Análisis de Metales Pesados Presentes en el Suelo

Nro.	COORDENADAS		CÓDIGO	As	Hg	Pb	Zn
	X	Y		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
1	653 237	9´663 832	SMP-1	9.28	N.D.	17.80	44.84
2	653376	9´663 940	SMP-5	7.95	N.D.	26.85	45.94
3	653 296	9´664 292	SPBM-MP1	57.07	N.D.	18.73	86.28
4	653 283	9´654 356	SMCS-MP1	7.83	N.D.	24.88	88.78
Límites permisibles para suelo agrícola				12	0.8	100	200
Límites permisibles para suelo industrial				15	10	150	380
Calidad de suelo				5	0.1	25	60
Fuente: CESEMIN. Universidad Nacional De Cuenca.							

Observaciones:

1. Método: Digestión ácida y lectura en equipo de Absorción Atómica.
2. N.D. = No Detectado (límite de detección de mercurio 0.0011 ug/ml.)

Una vez interpretado los resultados de los análisis sobre metales pesados presentes en el suelo, producto de las labores mineras, se encuentra un alto nivel de arsénico, plomo y zinc lo que disminuye la calidad del suelo.

Los análisis realizados para determinar la presencia de metales pesados de suelo, indican que los parámetros permisibles se encuentran bajo las normas establecidas como lo indica la tabla 8.

Según los análisis físico-químico del área de estudio, la textura del suelo indica la cantidad de partículas individuales de arena, limo y arcilla presentes en el suelo, mientras que la estructura corresponde a la forma en que se agrupan las partículas elementales (arena, limo y arcilla) en agregados, lo cual tiene una influencia marcada en el crecimiento de las raíces y de la parte aérea de la planta es por esto que la textura y estructura del suelo influyen en la cantidad de agua y aire que la planta puede retener.

Los suelos con código de muestra: SPBM-MP1 y SMCS-MP1, son de acidez ligera, es decir de acidez débil y muy débil respectivamente; característicos de los suelos con rango óptimo e ideal para la producción de cultivos, por lo general estos suelos tienen una capacidad de cambio catiónicos, alrededor del 100% de saturación de bases, sin necesidad de aplicar material orgánico. De acuerdo al nombre general, texturalmente de los suelos, estos suelos son "francos" de textura moderadamente gruesa; con respecto a <USDA> su clasificación textural son suelos "Franco Arenoso".

Mientras tanto las muestras cuyos códigos son: SMP-1 y SMP-2, indican que estos suelos son medianamente ácidos, es decir de una acidez moderada, característicos de los suelos bajos en cal y debería ser minuciosamente controlado; por lo general, estos suelos son sumamente satisfactorios para la producción de cultivos pero, la disponibilidad del fósforo (P) existente es bajo, por lo tanto estos suelos necesitan la aplicación de material orgánico y fertilizantes como; urea y muriato de potasio, además de fertilizantes compuestos 10-30-10 entre otros.

De acuerdo al nombre general, texturalmente de los suelos, estos suelos son "francos" de textura media: con respecto a la <USDA> su clasificación textural son suelos; "Franco Limoso", representada en la tabla Nro.8.

Tabla Nro.9 Textura y Estructura del Suelo

Relaciones Hídricas	
Infiltración	
Percolación	
Drenaje interno y lavado	buena
Almacenamiento de agua	medio
Aireación	moderada
Infiltración	
Percolación	
Laboreo y Erosión	
Laboreo	moderado
Erodabilidad por agua y transporte	alta
Erodabiliad por aire t transporte	alta
Fertilizantes Químicos	
Aporte de nutrientes	media
Recomendaciones fertilizantes	media
Fuente: Laboratorio Particular Ing. Jorge Ojeda. Loja.	

4.10.1.2 MEDIO BIÓTICO

Flora

La flora que se encuentra en el sector de estudio es mínima debido a la tala de las especies arbustivas, incidencia por los cambios de uso del suelo y sobre todo por las etapas de la actividad minera que se ha venido desarrollando años atrás.

La presencia de escombros de mina depositados sobre el entorno vegetal produce impactos visuales significativos, acentuando formas y volúmenes con colores fuertes y llamativos que intensifican y agravan las sensaciones ópticas del observador al contrastar con el colorido suave de la vegetación y del suelo circundante.

Fauna

Los impactos que se pueden observar en el sector es la migración de la escasa avifauna por la intervención antrópica, modificación y alteración del hábitat de vida de las especies terrestres y reptiles.

4.10.1.3 PERCEPCIÓN PAISAJÍSTICA

Paisaje

Entre los impactos identificados están; la modificación de la estética paisajística por la presencia de frontones, botaderos, campamentos, planta de beneficio, plataformas de trabajo, vías de acceso, que de una u otra forma convierten al área en un sector vulnerable ante cualquier evento natural.

4.10.1.4 MEDIO SOCIO - ECONÓMICO – CULTURAL

Uso del suelo

El suelo se ve afectado por la continua creación de carreteras para acceder a las áreas mineras y sectores destinados al manejo del material producto de las labores mineras, ubicación de plataformas de trabajo, adecuación de piscinas para ubicar las colas finales y edificación de viviendas.

Infraestructura Vial

La vialidad se ha visto afectada en forma positiva en la creación de caminos, carreteras y demás accesos que facilitan y permiten la comunicación entre comunidades y pueblos.

Recursos Humanos

Las condiciones y estilo de vida de los pobladores del sector se han modificado positivamente en cuanto a empleo se refiere, ya que la empresa minera permite que los moradores de las comunas trabajen dentro del área minera en diferentes actividades.

Otro de los impactos relevantes para el sector es la edificación de la escuela "Las Paralelas" , ubicada en San Gerardo, la cual se conserva con el apoyo de la empresa minera AGRIMROCS.A. la misma que cubre los pagos arancelarios de los docentes y personal administrativo encargado de la dirección.

Valores culturales

Como ya se ha mencionado en el sector de San Gerardo y específicamente en el sector de San Antonio de las Paralelas, área de estudio no existen áreas de importancia histórica, turística ni arqueológica por lo tanto no existen impactos a considerar.

4.10.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En la planta de beneficio de oro del área minera "**Las Paralelas**" empresa AGRIMROC S.A, se puede reconocer que las actividades que se desarrollan en forma estimativa e inicial, generan un total de **74 Impactos Ambientales,** lo que quiere decir que en una matriz de 221 posibles identificaciones (seria el 100%); el 33.48 % son identificaciones. De las 74 identificados: **46** (cuarenta y seis) son de carácter negativo (-) que corresponde al **62.16 %** del total de las identificaciones y **28** (veintiocho) son de carácter positivo (+) correspondiendo al **37.83 %.**

Tabla Nro. 10 En Función de la Valoración de Impactos (N=Naturaleza)

PARÁMETRO DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	PERCEPTIBILIDAD DEL EFECTO	REVERSIBILIDAD	FORMA DE RECUPERACIÓN
1	MUY BAJA	IMPERCEPTIBLE	CORTO PLAZO	NATURAL
2	BAJA	POCO	CORTO PLAZO	NATURAL
3	BAJA	MEDIANAMENTE	CORTO PLAZO	NATURAL
4	MODERADA	MEDIANA	MEDIANO PLAZO	NATURAL

5	MODERADA	PERCEPTIBLE	CORTO PLAZO	TECNOLOGÍA LOCAL
6	MEDIANA	PERCEPTIBLE	CORTO PLAZO	TECNOLOGÍA LOCAL
7	MEDIANA	MUY PERCEPTIBLE	MEDIANO PLAZO	TECNOLOGÍA LOCAL
8	ALTA	FÁCIL	LARGO PLAZO	TECNOLOGÍA EXTRA
9	ALTA	FÁCIL	IRREVERSIBLE	COMPLEJO
10	MUY ALTA	FÁCIL	IRREVERSIBLE	COMPLEJO
Fuente: Guía Metodológica Para Evaluación De Impacto Ambiental- Asociación De Técnicos Del Medio Ambiente 1997				

Tabla Nro.11 Valoración Cuantitativa de Impactos Ambientales

SEVERO (MAYOR)	**(-)NEGATIVO**	**> Ó = (-) 15**
MODERADO		**(-) 15 > Ó = (-) 9**
COMPATIBLE (MENOR)		**< Ó = (-) 9**
Fuente: Guía Metodológica Para Evaluación De Impacto Ambiental- Asociación De Técnicos Del Medio Ambiente 1997.		

Cálculo:

3 * 3 = 9

9*(-390) = 3510

-3510 100%

351 X

X = - 351 * 100%

- **4** corresponden a la calificación de **dos** (2) con un impacto bajo de poco efecto, con reversibidad a corto plazo y recuperación de tipo natural.
- **2** corresponden a la calificación de **tres** (3), con un impacto bajo, con efecto mediano, reversibilidad a corto plazo y forma de recuperación de carácter natural.
- **14** corresponden a la calificación de **cuatro** (4) con una magnitud de impacto moderado, de efecto mediano, reversibilidad a mediano plazo y forma de recuperación natural.
- **12** corresponden a la calificación de **cinco** (5) con una magnitud de impacto moderado, con efecto perceptible, mediana, reversibilidad a corto plazo y forma de recuperación con tecnología local.
- **7** corresponden a la calificación de **seis** (6) con una magnitud de impacto mediano, con efecto perceptible, mediana, reversibilidad a corto plazo y forma de recuperación con tecnología local.
- **8** corresponden a la calificación de **siete** (7) con una magnitud de impacto mediano, con efecto muy perceptible, reversibilidad a mediano plazo y forma de

recuperación con tecnología local.

- **12** corresponden a la calificación de **ocho** (8) con una magnitud de impacto alto, con efecto de fácil perceptibilidad, reversibilidad a largo plazo y a forma de recuperación con tecnología extra.
- **13** corresponden a la calificación de **nueve** (9) con una magnitud de impacto alto, con efecto de fácil perceptibilidad, irreversible y forma de recuperación compleja.
- **2** corresponden a la calificación de **diez** (10) con una magnitud de impacto muy alto, con efecto de fácil perceptibilidad, irreversible y forma de recuperación compleja.

Para la evaluación del proyecto con características de potencial considerable de provocar impactos ambientales, se analizan parámetros de magnitud e importancia, los mismos que se han cuantificado sobre la base de varios factores como se define a continuación.

4.10.3 CRITERIOS DE JERARQUIZACIÓN

Tabla Nro. 12 Jerarquización de Impactos Ambientales

MEDIO BIOFÍSICO								MEDIO ABIOTICO			PERC.	MEDIO SOCIOECONÓMIC		
AIRE		AGUA		SUELO				FLORA	FAUNA		UNIDAD PAISAJ	USO DEL SUELO		INFRAESTUC
GASES	RUIDO	CALIDAD	CAUDAL	TOPOG. MORFO	EROSIÓN	ESTABILIDAD	CALIDAD	CUBIERTA VEGETAL	ESPECIES ENDÉMICAS	MIGRACIÓN	PAISAJE	INDUSTRIAL	AGRÍCOLA	DEPÓSITO DE RESIDUOS
-18	-45	-36	-36	-18	-27	-18	-18	-18	-6	-15	-18	-9	-27	-45
0	0	+1	+1	+2	+1	+2	+3	+2	0	+2	+3	+8	+3	+2

Fuente: Egdas. Matitza Domínguez -Mariana Yaguana.

Gráfico Nro. 2 Jerarquización de Impactos Ambientales Negativos

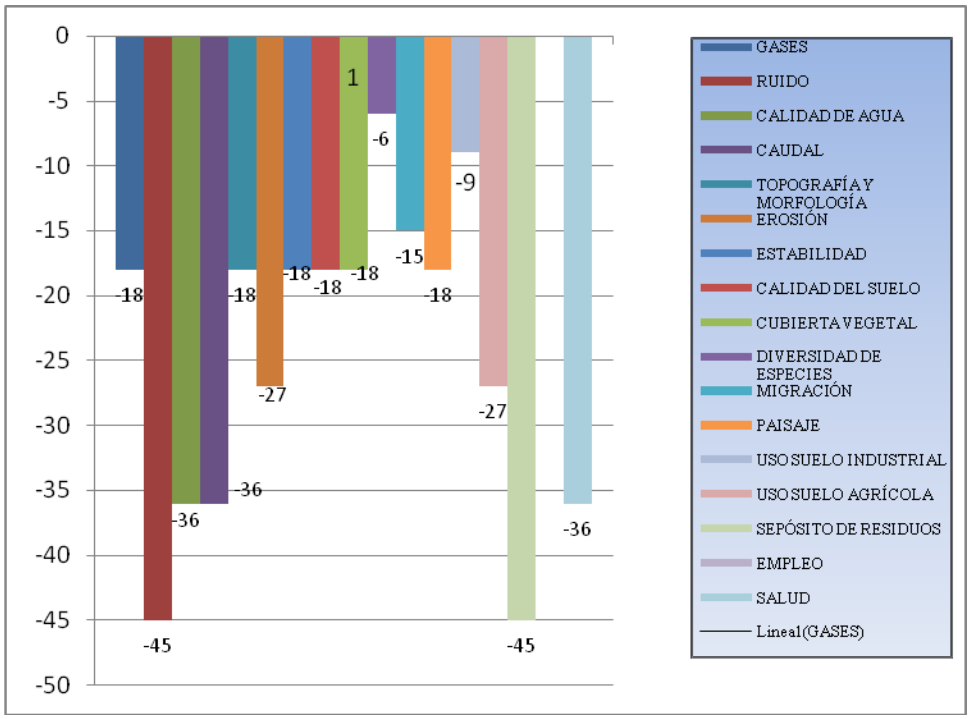
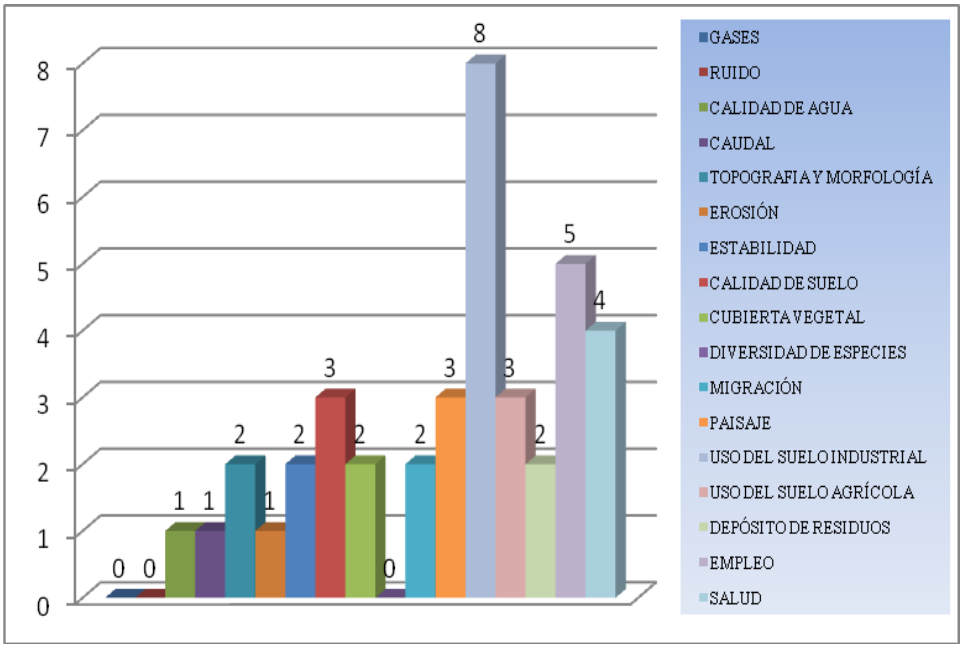


Grafico Nro. 3 Jerarquización de Impactos Ambientales Positivos



4.10.4 DICTAMEN

Factores ambientales con impactos negativos

Según la comparación realizada en la tabla de valoración de impactos ambientales, se determina un impacto severo, la magnitud del impacto exige para la recuperación de las condiciones, la adecuación de prácticas especificas de mitigación.

1. El medio físico de acuerdo a la valoración de impactos ambientales en la matriz modificada de Leopold presenta un total de -216 impactos que representan el 55.38%.

2. El medio biótico -39 impactos que representan el 30%.

3. La unidad de percepción paisajística un total de -18 impactos representando un total de 4.6%.

4. Finalmente el medio socio económico cultural con -117 impactos que representan un total de 30%.

Factores ambientales con impactos positivos.

3. De acuerdo a la tabla de valoración de 3*3 de impactos ambientales, se evidencia impactos positivos dentro del factor socio-económico con un porcentaje del 56.41%.

4. Seguidamente el factor ambiental biofísico presenta un impacto significativo dentro del área de estudio con el 25.64%.

5. A continuación el factor biótico con menor efecto positivo en un 10,24%

6. Finalmente el factor paisajístico con 7.69%.

Tabla Nro13. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PLANTA DE BENEFICIO DE ORO DEL AREA MINERA "LAS PARALELAS" EMPRESA AGRIMROC S.A.

ACTIVIDADES DE LA PANTA DE BENEFICIO DEL AREA MINERA AGRIMROC S.A.		MEDIO BIOFÍSICO								MEDIO ABIOTICO			PERC.	MEDIO SOCIOECONÓMICO-CULTURAL				
		AIRE		AGUA		SUELO				FLORA	FAUNA		UNIDAD PAISAJ	USO DEL SUELO		INFRAT DE PLANTA	HUMANOS	
		GASES	RUIDO	CALIDAD	CAUDAL	TOPOGRAFÍA Y MORFOLOGÍA	EROSIÓN	ESTABILIDAD	CALIDAD	CUBIERTA VEGETAL	DIVERSIDAD Y ESPECIES ENDÉMICAS EN EXTIONCIÓN	MIGRACIÓN	PAISAJE	INDUSTRIAL	AGRÍCOLA	DEPÓSITO DE RESIDUOS	EMPLEO	SALUD
CRIBADO	CRIBADO PRIMARIO		-X													-X		
	CRIBADO SECUNDARIO		-X													-X		
TRITURACIÓN	TRITURACIÓN PRIMARIA		-X															
	TRITURACIÓN SECUNDARIA		-X															
MOLIENDA	MOLINO DE BOLAS		-X	-X	-X													
CONCENTRACIÓN GRAVIMETRICA	CANALONES			-X	-X		-X							-X	-X	-X	+X	-X
AMALGAMA	FUNDICION	-X																-X
CIANURACIÓN	PISCINAS DE SEDIMENTACION			-X	-X	-X	-X	-X	-X	-X	-X	-X	-X	-X	-X	-X	+X	
	COLAS FINALES			-X	-X	-X	-X	-X	-X	-X		-X	-X	-X	-X	-X	+X	-X
DESORCIÓN - ELECTRODEPOSICIÓN REFINACIÓN	ATAQUE QUIMICO	-X																-X
CIERE Y ABANDONO	RETIRO DE INRAESTRUCTURA					+X	-X	+X	+X	+X		+X		+X	+X	+X		+X

	REFORESTACIÓN DEL AREA AFECTADA					+X		+X	+X	+X		+X	+X		+X	+X		+X
	TRATAMIENTO DE AGUA Y SUELO			+X	+X				+X		+X	+X		+X	+X		+X	+X
NRO. DE IDENTIFICACIONES		+3	+ 5	+ 5	+5	+ 4	+4	+ 4	+5	+4	+2	+5	+3	+ 5	+6	+7	+ 4	+7

Nota: X Naturaleza

TOTAL DE IMPACTOS: 74

Tabla Nro14. MATRIZ DE PONDERACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PLANTA DE BENEFICIO DE ORO DEL AREA MINERA "LAS PARALELAS" EMPRESA AGRIMROC S.A.

		FACTORES AMBIENTALES								MEDIO ABIOTICO			PER C.	MEDIO SOCIOECONÓMICO-CULTURAL					VALOR NEGATIVO	VALOR POSITIVO	TOTAL
		AIRE		AGUA		SUELO				FLORA	FAUNA		UNIDAD PAISAJ	USO DEL SUELO		INFRAESTUCTUR	HUMANOS				
ACTIVIDADES DE LA PANTA DE BENEFICIO DEL AREA MINERA AGRIMROC S.A.		GASES	RUIDO	CALIDAD	CAUDAL	TOPOGRAFÍA Y MORFOLOGÍA	EROSIÓN	ESTABILIDAD	CALIDAD	CUBIERTA VEGETAL	DIVERSIDAD Y ESPECIES ENDÉMICAS EN EXTIONCIÓN	MIGRACIÓN	PAISAJE	INDUSTRIAL	AGRÍCOLA	DEPÓSITO DE RESIDUOS	EMPLEO	SALUD			
CRIBADO	CRIBADO PRIMARIO		-9													-9			-18	0	
	CRIBADO SECUNDARIO		-9													-9			-18	0	
TRITURACIÓN	TRITURACIÓN PRIMARIA		-9																-9	0	
	TRITURACIÓN SECUNDARIA		-9																-9	0	

MOLIENDA	MOLINO DE BOLAS		-9	-9	-9														-27	0	
CONCENTRACIÓN GRAVIMETRICA	CANALONES			-9	-9		-9							+2	-9	-9	+1	-9	-54	+3	
AMALGAMA	FUNDICION	-9																-9	-18	0	
CIANURACIÓN	PISCINAS DE SEDIMENTACION			-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-6	-6	-9	+6	-9	-9	+2		-102	+8	
	COLAS FINALES			-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9		-9	-9	-9	-9	-9	+1	-9	-117	+1	
DESORCIÓN - ELECTRODEPOSICIÓN- REFINACIÓN	ATAQUE QUIMICO	-9																-9	-18	0	
CIERE Y ABANDONO	RETIRO DE INRAESTRUCTURA						+1	+1	+1	+1			+1		+1	+1		+1	0	+8	
	REFRORESTACIÓN					+2		+1	+1	+1		+1	+1		+1	+1		+1	0	+10	
	TRATAMIENTO DE AGUA Y SUELO			+1	+1				+1			+1	+1		+1		+1	+2	0	+9	
VALOR NEGATIVO		-18	-45	-36	-36	-18	-27	-18	-18	-18	-6	-15	-18	-9	-27	-45	0	-36	-390	+39	
VALOR POSITIVO		0	0	+1	+1	+2	+1	+2	+3	+2	0	+2	+3	+8	+3	+2	+5	+4			
TOTAL																					-351

4.11. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y MANEJO DE RESIDUOS

Los sectores destinados en superficie al tratamiento de relaves y escombros producto de las actividades mineras, generalmente son diseñados y elegidos por la industria minera, debido básicamente a factores económicos. Asegurar la integridad de las piscinas de relaves es fundamental para alcanzar la estabilización tanto física como química en el manejo de escombros y colas finales.

La elección, el diseño y medidas de prevención de los sitios destinados para el tratamiento de los relaves, deben perfilarse en base a estudios profundos de los factores ambientales, mediante los análisis hidrológicos, geotécnicos y geoquímicos para proteger la integridad de la comunidad.

4.11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

FACTORES TÉCNICOS

Los factores técnicos determinantes en el momento de buscar alternativas para delimitar espacios de ubicación de piscinas de colas finales son los siguientes:

Topografía del terreno

Se recomienda unidades de pendientes suaves, de preferencia microcuencas secas, retiradas de los causes hidrográficos y cotas menores con relación a los puntos donde se generan los residuos; para lo cual se requiere de una base topográfica a detalle del área y la ubicación precisa del lugar selectivo.

La distancia de ubicación entre los depósitos

La distancia de salida de las colas finales de la planta de beneficio al sitio elegido al tratamiento de relaves debe ser lo más corto posible de tal manera que minimice los costos de transporte, adecuación y mantenimiento. Las distancias cortas permiten, desde el punto de vista ambiental localizar los impactos ambientales del área de trabajo y las tuberías más cortas reducen el riesgo de derrame por rupturas de las mismas.

Se debe aclarar que todos los terrenos donde se colocarán estas obras ingenieriles, son adquiridos por la empresa concesionaria, con el fin de evitar cualquier impedimento legal, uso, acceso y avance.

La capacidad de volúmenes

Los sectores seleccionados están en función de los volúmenes de producción y capacidad de la planta. En el área minera de estudio, se determina la capacidad de volumen de cada uno de los sitios recomendados y a su vez la vida útil aproximada.

4.11.1.1 MANEJO DE RESIDUOS EN APILAMIENTO

Para evitar las emisiones durante el transporte podrán tomarse medidas de protección, consistentes, por ejemplo; cubrir la carga, rociarla con agua, o transportarla en contenedores cerrados. Al cargar y descargar productos que desprendan grandes cantidades de polvo deberán instalarse equipos de aspiración y desempolvamiento en las instalaciones de carga y descarga (por ejemplo, en fondos de tolva y canalones de evacuación).

Al llenar contenedores cerrados debe eliminarse el polvo del aire desplazado. El grado de desempolvamiento requerido depende de la nocividad del polvo y puede realizarse con ciclones (separadores centrífugos) y tejidos filtrantes.

4.11.1.2 MANEJO DE RESIDUOS EN CRIBADO-TRITURACIÓN-MOLIENDA

Todas las etapas del proceso mecánico de la planta de beneficio producen polvo y ruido contaminando los puestos de trabajo y el medio ambiente.

No existen valores universales que puedan usarse para calcular la cantidad de polvo producido en una instalación determinada, ya que ésta depende, entre otros factores, de la estructura cristalina y de la composición geológica de los minerales, del grado de trituración y de las características técnicas de la instalación.

En las etapas de trituración, cribado y molienda por razones de mantenimiento y de protección ambiental, los transportadores de cinta deben dotarse de un recubrimiento que reduzca las emisiones de polvo y ruido.

Los dispositivos de impulsión ubicados en las torres de desvío de las cintas producen ruidos intensos de hasta 105 a 130 dB. El tamaño de las aberturas de las tolvas determina la intensidad del ruido emitido por éstas durante las labores de descarga. El uso de compuertas adicionales contribuye a reducir dichas emisiones.

Para reducir al mínimo la contaminación con polvo, las máquinas de molienda deben dotarse de un revestimiento adecuado, donde esto no sea posible por razones técnicas, el aire de salida debe conducirse a un separador de polvo. La selección del dispositivo filtrante más adecuado se hace en función de la composición y de la distribución granulométrica de las partículas emitidas.

En los ámbitos de trabajo con altas emisiones de polvo, debe prescribirse el uso de máscaras protectoras para los operarios. En zonas cálidas conviene usar máscaras con superficies filtrantes grandes. Para limitar las emisiones de ruido, es recomendable aislar las instalaciones, reduciendo al mínimo el número de aberturas en el aislamiento.

En el puesto de trabajo, la automatización y la instalación de estaciones de control a distancia constituyen la única posibilidad de evitar la contaminación acústica. En puestos de trabajo con altos niveles de ruido, los operarios deben disponer de protectores auditivos y estar concientizados para usarlos responsablemente, a fin de evitar casos de sordera.

4.11.1.3 MANEJO DE RESIDUOS EN CIANURACIÓN

Las arenas obtenidas producto del proceso de beneficio del mineral (Oro), están compuestas básicamente por cuarzo en un contenido de casi 90%, sulfuros principalmente de pirita y arsenopirita en el orden del 5% al 8% y trazas de calcopirita un 2%. La granulometría de la arena presenta un valor de d_{80} 210 micras (malla #70), las cuales recibirán un manejo adecuado al ser ubicadas en el depósito diseñado para su tratamiento

Por otra parte, la gran gama de sustancias químicas que se emplean en la lixiviación del oro (cianuro, cal, nitrato de plomo), al igual que los procesos de tratamiento, plantean riesgos de contaminación del aire, el agua y el suelo. Por lo tanto, la planificación incluye todas las medidas y precauciones en base al diseño de tratamiento de los relaves, mismos que serán colocados de acuerdo al circuito en el sitio destinado para su manejo por motivos de protección ambiental y de seguridad en el trabajo.

Las medidas incluyen la captación de vapores emitidos por los depósitos, tanques de reacción y la instalación de depuradores de vapores destinados a reducir las emisiones contaminantes, las soluciones acuosas procedentes de filtros deberán hacerse circular en circuitos cerrados.

En el sistema de depósitos de relaves, parte de la solución permanecerá dentro de los poros de los relaves sedimentados y parte se decantará, mientras que el efluente líquido se recogerá en un tanque por medio de una bomba de succión, conectada por

tubería donde se la reciclará para ser enviada nuevamente a la planta de beneficio y así continuar con el circuito.

4.11.1.4 CONTROL EN EL USO Y MANEJO DE MERCURIO

Para un adecuado control, manejo y uso del mercurio se deben tomar en cuenta las siguientes precauciones.

- El mercurio no se debe guardar junto con alimentos o bebidas ni se deben consumir éstos cuando se esté trabajando con mercurio.
- No se debe comer ni fumar en los lugares donde se trabaje con mercurio.
- Se debe evitar el contacto con la piel, así como la impregnación de la ropa.
- Los recipientes que contienen mercurio se deben mantener bien cerrados, con una pequeña cantidad de agua dentro, para evitar la formación de gases mercuriosos.
- Los lugares donde se trabaja con mercurio deben mantenerse limpios, las mesas de trabajo deberán estar provistas de bordes altos para evitar los derrames.
- Los implementos que se utilizan para trabajar con el mercurio no deben tener otro uso. Esto se recalca sobretodo respecto a las bateas y los baldes de plástico.
- Durante todo el proceso de amalgamación los operadores deben trabajar con filtros respiradores específicos para gases de mercurio y guantes, principalmente al momento de retirar el mercurio junto con la amalgama y durante el proceso de lavado.
- Se debe utilizar cilindros amalgamadores, con descarga directa a recipientes con doble salida de tal manera que el mercurio quede acumulado en la parte inferior mientras que el mineral molido salga por un desfogue lateral hacia una poza donde se recupere el mineral molido y una poza adyacente donde se deposite el agua excedente.
- Se debe utilizar hornos de retorta para la quema de la amalgama, de esta forma evitar la pérdida del mercurio y la contaminación directa de los operadores por

inhalación.

- Los relaves de amalgamación deben mantenerse siempre húmedos o cubiertos hasta su traslado a las plantas de cianuración evitando así las emanaciones de éste hacia la atmósfera.
- Con el objeto de mejorar la capacidad de amalgamación del mercurio éste debe volver a destilarse en los hornos de retorta. En el destilado se elimina todos los elementos extraños del mercurio que disminuyen su capacidad de amalgamación.
- Se debe llevar un control estricto de las pérdidas de mercurio durante el proceso de amalgamación. Mayormente el mercurio se pierde en los relaves por un mal manipuleo al momento de vaciar los cilindros amalgamadores y retirar la amalgama.
- Las aguas residuales provenientes de la amalgamación y de la lixiviación se deben controlaran regularmente.

4.11.1.5 CONTROL EN EL USO Y MANEJO DE ÁCIDOS

El uso y manejo de los ácidos utilizados en los procesos de beneficio deben ser manipulados cuidadosamente por el personal técnico, considerando los siguientes aspectos:

- El personal que opere con ácidos debe estar entrenado en el manejo correcto de estos compuestos.
- Antes de abrir los envases se debe verificar que estos se encuentren completamente sellados y no se haya producido derrame o pérdida alguna.
- Los cilindros o contenedores de ácidos son envases no retornables ni reciclables, por lo que no se deberá utilizar estos envases para almacenar ningún tipo de producto.
- Los envases de los ácidos deben ser eliminados dentro de las instalaciones de

la planta, nunca comercializados.

4.11.2 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS BIODEGRADABLES

La disposición de los desechos domésticos que se producen dentro del campamento y área de estudio en general, como todos los desechos de alimentos, desechos de las plantas, deberán ser clasificados mediante programas de recolección de basura para evitar contaminaciones ambientales, al igual que la producción de bacterias portadoras de enfermedades, este sistema de manejo beberá ser ejecutado por los organismos correspondientes, mediante programas de motivación y difusión a la comunidad enfocadas a proteger el ambiente.

4.11.3 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS NO DEGRADABLES

Los desechos no degradables producidos de las actividades mineras en el área de estudio, se deben reciclar para en un posterior paso ser tratados y darles el uso respectivo sin alterar las condiciones ambientales.

Entre los procesos de tratamiento para este tipo de desechos se puede incluir el reciclaje del papel, aceites, vidrio, plásticos y demás elementos que eliminados al ambiente directamente afectan radicalmente los factores ambientales produciendo cambios negativos.

4.12 DISEÑO DEL DEPÓSITO DE LA RELAVERA PARA EL ÁREA MINERA "LAS PARALELAS"

4.12.1 ANÁLISIS DE FACTORES

Los factores analizados para el diseño de depósito de relaves del área minera "Las Paralelas" son:

a) Factores primarios
- Geología-Geología Estructural
- Geotecnia
- Análisis de campo
- Sismicidad

b) Factores Secundarios
- Eventos Relativos A Roturas
- Inestabilidades

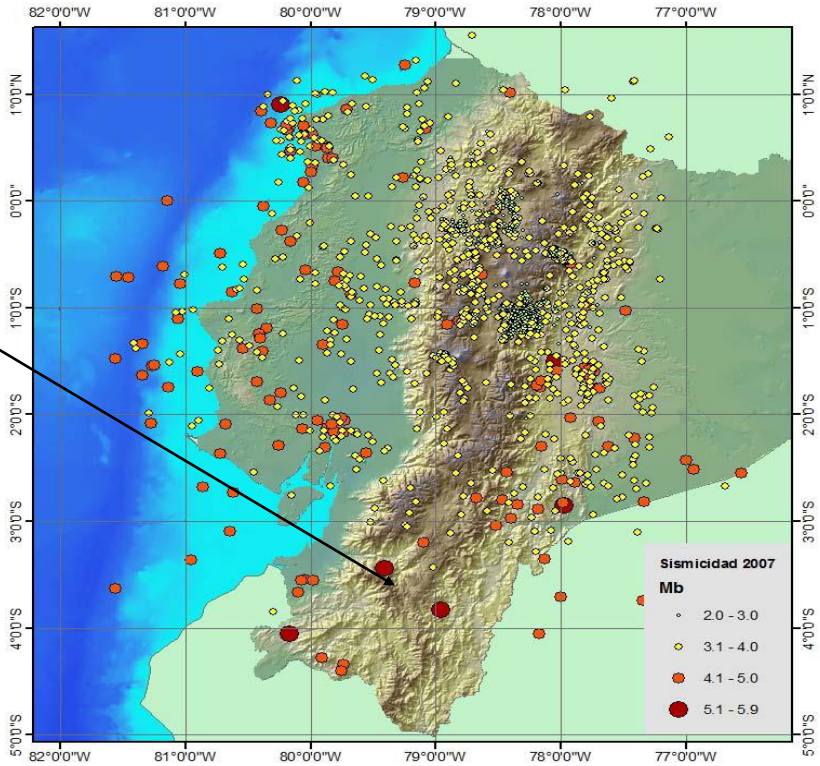
4.12.1.1 FACTORES PRIMARIOS VS SUELO DE FUNDACIÓN

El sector destinado para el diseño del depósito de relaves, se encuentra asentado sobre roca con resistencia a la compresión de 739.64kg/cm^2, contenido de humedad de 2.03%, peso especifico del 2.93%, con baja absorción de agua del 0.61% y porosidad de 5.33% consideraba como media. Para determinar las características internas del sector; se procedió a tomar muestras de la roca y suelo, a una profundidad de 8m aproximadamente.

El diseño de depósito para relaves se facilita mediante la interpretación de los resultados obtenidos, los cuales indican que la roca es de tipo andesita, con gran resistencia a la compresión y baja permeabilidad haciéndose factible el sector de análisis a la ubicación de los relaves procedentes de la planta de beneficio.

Gráfico Nro. 4 Ubicación Sísmica de la Zona de Estudio

Área De Estudio
(3.1 - 4.0) Magnitud



El área de estudio se encuentra dentro del límite de las dos provincias tectónicas: el bloque metamórfico al Sur de la gran Falla de Jubones; y el área de volcánicos y sedimentos volcano-clásticos Mesozoicos al Norte.

La Falla de Jubones tiene un rumbo aproximado Este-Oeste, es medianamente sinuosa, su lado hundido es el labio Norte y el salto de falla ha sido estimado en el orden de varios miles de metros. Puede ser el límite Norte del basamento continental Paleozoico.

La falla tiene efecto poniendo los Esquistos Capiro (Paleozoico) en contacto tectónico en los volcánicos cretácicos de la Formación Macuchi. En la esquina Suroriental, la Formación Saraguro está afectada con un movimiento más tardío. No hay evidencia hasta ahora de movimiento transversal a lo largo de la falla. Según el mapa y la información registrada por la Red Nacional de Sismógrafos y procesada en el

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, se presentan los sismos de magnitud mayor o igual a 4 en la escala de Richter. El área de estudio se encuentra en la zona tres con magnitudes que van de 3.1 a 4.0 específicamente.

4.12.1.2 FACTORES SECUNDARIOS VS SUELO DE FUNDACIÓN

Material de Roca

Con las muestras de roca extraídas del depósito para la relavera se determinó las características físico-mecánicas de cimentación y material de la relavera mediante los ensayos estándar de laboratorio, los resultados indican los siguientes parámetros especificados en la tabla Nro. 15.

Tabla Nro. 15 Parámetros Específicos de la Roca

Muestra tomada a	8 metros de profundidad
Área	50.70 cm^2.
Longitud	8.20 cm
Peso muestra	1252.60 gr
Espesor de la muestra	4.05 cm^2
Contenido de humedad	2.03 %
Esfuerzo máximo a la compresión	739.64Kg/cm^2
Esfuerzo de compresión cúbica:	739.64kg/cm^2
Esfuerzo de compresión cilíndrica:	576.92 kg/cm^2
Peso específico:	2.93gr/cm^3
Peso de la muestra en seco	1800.8 gr
Peso especifico S.S.S:	2.94 gr/cm^3
Porosidad:	5.33%
Absorción de agua:	0.61%
Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales y Mecánica de Suelos de la Escuela Politécnica Nacional de Quito.	

De acuerdo con los resultados obtenidos en base a los ensayos de laboratorio, para determinar la propiedades físico-mecánico de las rocas, se concluye que el sitio de depósito para la relavera, se encuentra en aptas condiciones de implementar un diseño ingenieril de manejo y tratamiento, para el del material de relaves provenientes de la planta de beneficio.

Material de Suelo

El suelo presenta una textura con cantidad de partículas individuales de arena, limo y arcilla, mientras que la estructura corresponde a la forma en que se agrupan las partículas elementales (arena, limo y arcilla) en agregados, teniendo influencia marcada en el crecimiento de las raíces y de la parte aérea de la planta es por esto que la textura y estructura del suelo influyan en la cantidad de agua y aire que la planta puede retener.

Tablas Nro. 16 Características Físico-Mecánicas del Suelo

CARACTERISTICAS FÍSICO-MECANICAS DEL SUELO	
MH:	Limo de alta plasticidad
W:	23.4%
Limite Líquido:	62%
Limite Plástico:	44%
IP:	18%
Contenido de humedad natural:	36.23%
Contenido de humedad saturada:	68.06%
Relación de vacios:	1.656
Porosidad:	34.88%
Permeabilidad media:	2.6693E-04cm/seg, 2.9509E-04 cm/seg
Gs: 20ºC:	2.462gr/cm^2
Gs: 4ºC:	2.464 gr/cm^2

MH:	Limo de alta plasticidad
W:	20%
Limite Líquido:	64%
Limite Plástico:	42%
IP:	21%
Contenido de humedad natural:	26.55%
Contenido de humedad saturada:	65.00%
Porosidad:	28.14%
Permeabilidad media:	7.5290E-04cm/seg 8.3234E-04 cm/seg
Gs: 20ºC:	2.362gr/cm^3
Gs: 4ºC:	2.365gr/cm^3
Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales y Mecánica de Suelos de la Escuela Politécnica Nacional de Quito.	

En base a las muestras obtenidas del sector de la relavera se determina las características físico- mecánicas del suelo de cimentación, donde los ensayos estándar de laboratorio proporcionan resultados específicos del suelo. Interpretando los resultados de las dos muestras de suelo, se establece que el 90.8% es material relativamente grueso de 4.75 mm pasa el tamiz nro. 4, el material presenta condiciones elevadas de humedad y permeabilidad. (Ver Tabla Nro16).

A condiciones normales, la permeabilidad del suelo es elevado alcanzando los 8.0 cm/seg, lo que significa que filtra soluciones de la pulpa de los relaves considerando una densidad de 2.41g/cm^3 y una porosidad de 31.51% el suelo, por ello como medida para prevenir posibles impactos al suelo esta capa será retirada y tratada hasta el cierre del depósito de relaves.

Los resultados de los ensayos indican suelos de acidez mediana, es decir de una acidez moderada, característico de los suelos bajos en cal, por lo que deberían ser minuciosamente controlados; por lo general estos suelos son satisfactorios para la producción de cultivos pero, la disponibilidad del fósforo (P) es bajo.

De acuerdo al nombre general, texturalmente de los suelos, estos suelos son "Franco" de textura media. Con respecto a la <USDA> su clasificación textural son suelos "Franco Limosos".

Tabla Nro. 17 Condiciones del Suelo

CC: Capacidad de Campo	19.12%
MP: Punto de Marchitez	10.33%
% SB: % Saturación de Bases	60.00%
AA: Agua Aprovechable	8.79%
Fuente: Estudios Técnicos de Aguas y Suelos. Ingeniero Agrícola Edgar Alejandro Ojeda N.	

4.12.2 OPCIONES DE DISPOSICIÓN DE RELAVES

Para la disposición de productos y lixiviados se considerará dos aspectos importantes:

En primer lugar el aislamiento del suelo tendrá como objetivo principal impedir la infiltración de lixiviados o que estos se dispersen por escorrentía, en condiciones ideales estos deberán ser llevados mediante un impermeabilizante a otro lugar donde puedan ser tratados, no hay que olvidar que estos materiales son hasta cierto punto degradables con el tiempo.

En segundo lugar la impermeabilización se la puede realizar de dos formas principales, mediante suelos más o menos naturales o mediante el impermeabilizado completo.

Entre los tipos de relaves se tienen:

1. Upstream

2. Downstream

3. Certerline

Para el tratamiento de relaves del área minera "Las Paralelas", se aplicará el tipo de relavera downstream por ser la más adecuada para el sector de estudio y considera los siguientes requerimientos:

- La presa downstream es adecuada para todo tipo de lodos y mediana densidad en la pulpa, en el caso de los relaves en mención se tiene una densidad de 1.32.
- La descarga es variable según el diseño.
- Excelente para adecuación de agua, en este caso la relación oscila en 1:3, representada en un 10% líquido y 30% sólido.
- Buena resistencia sísmica tomando en cuenta los datos de sismicidad del sector de estudio.
- Para su construcción se requiere de lodos arenosos, desechos de minas si son los volúmenes aceptables y en pequeñas cantidades suelos naturales.
- La construcción de la represa de relaves en relación a su costo es alto.

4.12.3 CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE RELAVE

Los relaves de la planta de beneficio, están constituidos básicamente por sulfuros poli-metálicos (oro, plata y cobre) en sus diferentes etapas de beneficiamiento, con volúmenes de producción que se especifica a continuación.

CÁLCULO DE PRODUCCIÓN ANUAL DE RELAVES

Qfh = Qd*D

Qfh = 22.95ton*358

Qfh = 8216.1ton/año

Donde:

Qd = Producción al día

D = Días de trabajo

La superficie destinada para el diseño del depósito de relaves de 3660m^3, relacionada con el volumen anual de colas finales 1.4ton/año que se producen, nos determina que el depósito trabajara en un lapso de tiempo de tres años.

Tabla Nro. 18 Tiempo de Vida de la Relavera

AÑO	VOLUMEN DE MATERIAL
Primer año	7755.1ton
Segundo año	11632.65 ton
Tercer año	3877.55 ton
TOTAL	23265.30 ton
Fuente: Egda. Maritza Lorena Domínguez M. Egda. Mariana de Jesús Yaguana M.	

Tabla Nro.19 Capacidad de la Relavera

CAPACIDAD DE LA RELAVERA CONSIDERANDO LOS 20m DE ALTURA			
AREA	ALTURA	VOLUMEN	VOLUMEN (ton)
3660 m2	8 m	29280 m3	10340.13 ton
3660 m2	8 m	29280 m3	10340.13 ton
1830 m2	4 m	7320 m3	2585.03 ton
9150 m2	20 m	65880 m3	23265.30 ton
Fuente: Egda. Maritza Lorena Domínguez M. Egda. Mariana de Jesús Yaguana M.			

Foto Nro. 9

4.12.4 PRINCIPIOS BÁSICOS PARA LA RELAVERA

La pulpa de relave de la planta de beneficio del área minera "Las Paralelas" varía en concentración de 2:1 (70 % sólido y 30% líquido).

Para el diseño de la relavera se considera los siguientes principios:

a) A mayor contenido de agua mayor escorrentía

b) Con partículas muy finas de (ø limo/arcilla) no sedimenta y puede desplegarse muy rápido.

c) Si hay partículas más gruesas de (ø arena) se sedimentan y cumplen con el objetivo.

En este caso y contando con los ítems anteriores; se recomienda:

1. Áreas relativamente planas, con pendiente no mayor al 2%.
2. Clasificar el material, con el propósito de dar el tratamiento adecuado con fines de ambientales.
3. Resistencia y anclajes en roca para contener sólidos.
4. Recubrimientos para controlar drenajes y evitar lixiviados.

4.12.5 OPCIÓNES DE DESCARGA PARA LOS RELAVES

Existen tres formas:

1. **Descarga completa**
   - **a)** Con gran área por lo que se considera a la relavera permanente.
   - **b)** Se hace necesario impermeabilizar
   - **c)** Se ubica gran cantidad de material
   - **d)** Se ubica un sistema de drenaje
   - **e)** Constituye un embalse de gran tamaño
2. **Con muros**
   - **a)** Se considera como un sistema de manejo de relaves más económico.
   - **b)** Sirve para separar el material en fracciones de mayor y menor tamaño.
   - **c)** Se parte de un muro de hormigón y en la parte mas baja del depósito se ubicará muro de saquillos con el objetivo de controlar posibles deslizamientos del material e infiltraciones de aguas en el depósito.
3. **Filtrado de relaves**
   - **a)** Se debe realizar un pre-tratamiento.
   - **b)** Es necesario separar la fase liquida del material sólido (grueso y fino).
   - **c)** En forma separada se trata el material sólido (disposición) y liquido (tratamiento de aguas).

Analizando las características del sitio destinado para el depósito de relaves se determina la implementación del sistema de descarga completa con muros para tratar adecuadamente los relaves.

4.12.6 FACTORES DE DISEÑO DE LA RELAVERA

4.12.6.1 PENDIENTE

Factor que se regula por la suspensión de la pendiente relación **(S: A).**

Se reconoce las siguientes relaciones:

S: A < 50% ⟶ acuosa ⟶ pendiente de < 2%

S: A < 70% ⟶ sólido ⟶ pendiente de < 4%

En este caso se recomienda una pendiente de 2% en las superficies de embalse.

4.12.6.2 PERMEABILIDAD E INFILTRACIÓN

Según los ensayos de laboratorio, se tienen los siguientes resultados:

- ✓ Son poco arcillosos y fácilmente humedecibles.
- ✓ La infiltración se valora en 15%.

En este contexto el material suelo no permite una contención de relaves por lo que se recomienda:

1. Remoción de la cobertura (suelo).
2. Fijación y anclajes en suelos firmes y rocas.
3. Ubicar arcilla y apisonar.
4. Recubrir con geotéxtil impermeable.
5. Fijar drenes y conductos de seguridad.

4.12.7 COMPONENTES BÁSICOS DEL DEPÓSITO DE RELAVERA

Para establecer los componentes básicos del depósito de relaves del área minera "Las Paralelas", se determina los factores que serán de importancia para la complementación del diseño. Los componentes son los parámetros básicos y elementales para el diseño de la relavera y que están debidamente justificados para su culminación.

1. **Componente de Fijación**

El suelo del depósito para la relavera es de tipo franco arenoso, calificándose no

apto para actividades de fijación que incluyan su uso en el diseño, por ende se ejecutará el retiro de la capa vegetal tecnificándola con las siguientes actividades:

1. Limpieza y desbroce del terreno.- En un área de 3800 m^2, se retirará la capa vegetal existente del lugar que se ha designado al depósito de la relavera, seguidamente será aislada, apilada y tratada con el objetivo de impedir infiltraciones de lixiviados, esta actividad se ejecutará con la utilización de una excavadora, en un tiempo calendario de 1 mes.
2. Replanteo y nivelación en área abierta.- Se trazará y nivelará el terreno donde se ejecutaran los trabajos, utilizando los equipos de topografía y equipo manual.

3. Desalojo de material incluye cargada.- Consiste el retiro y reubicación del material.

4. Rasanteo y Nivelación del fondo del depósito.- Se limpiaran los clastos que están en el sitio del depósito una vez realizada la remoción, considerando un área de 720 m^2, la actividad se realizará a parir del tercer mes de iniciadas las actividades, con la implementación de las herramientas y mano de obra adecuada.
5. Material de mejoramiento debidamente compactado.- Luego del rasanteo y nivelación se apisonará el terreno para el depósito, seguidamente se procederá a colocar sobre la cubeta a depositarse los materiales de relave arcilla no expansiva de espesor 0.3-0.5m, en una área de 3660 m^2, utilizando un compactador en un tiempo calendario de 3 mes.

<u>Principios básicos a considerarse para la ubicación del material a compactar</u>

- El asentamiento no sobrepasa los 60 cm al total de la recepción del embalse.
- Solo se prevé 10 cm/año del asentamiento del material compactado.
- En caso que la roca presente fracturas y fallas, se recomienda la aplicación del

hormigón pobre por medio de inyección y así lograr que la roca este en condiciones adecuadas para ubicar el material a compactar.

6. Ubicación y anclaje de la geomembrana de 1000 micras de espesor para desechos mineros en un área de 3800m^2.

Considerando las propiedades físico-mecánicas de la roca del depósito se determinó no efectuar medidas de confinamiento, debido a que la roca no presenta altos grados de agrietamiento ni fracturas considerables, a excepción de la ubicación la geomembrana sintética cuyas características dependerán del contaminante, de la presión a resistir y de la carga para retener y tratar lixiviados de los relaves, su principal característica es la facilidad de instalación.

2. Componente Estructural

Entre los principales elementos estructurales de diseño para el depósito de relaves tenemos:

Construcción de un muro de contención:

Los muros son elementos constructivos cuya principal misión es servir de contención de un elemento a almacenar, en este caso el muro trabaja fundamentalmente a flexión, siendo la compresión vertical debido a su peso propio generalmente despreciable.

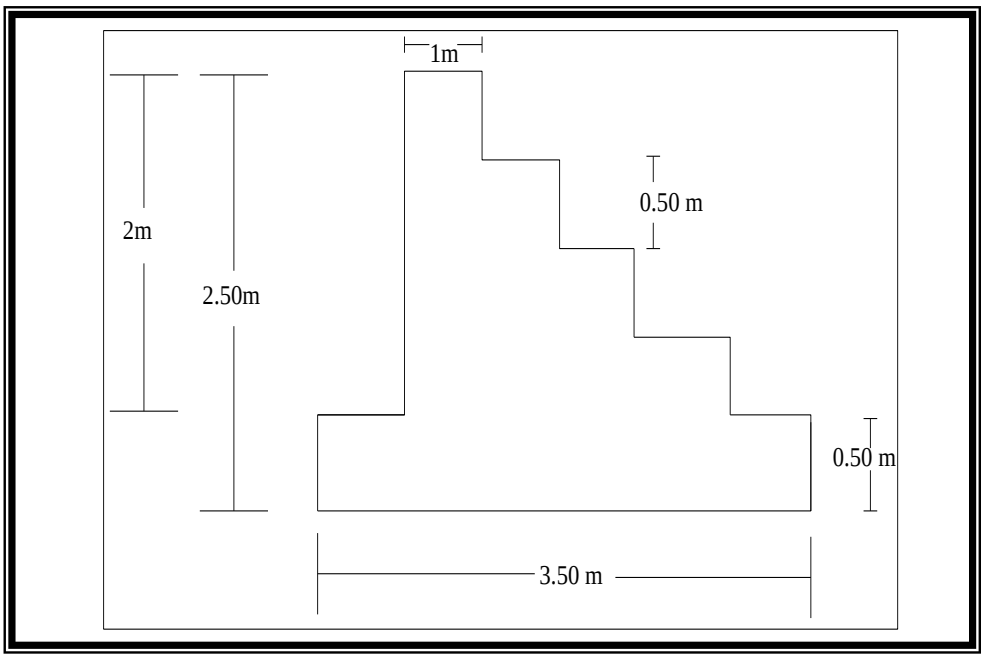
Este desempeñará la función de cimiento, al transmitir las presiones o cargas suministradas por la continuación del muro de retención que se apoyan en la corona del muro de contención.

Las formas de funcionamiento del muro de contención son básicamente como un voladizo encajado en el cimiento, el cuerpo de un muro de cimiento está apoyado o

anclado en el forjado (o forjados), y el rozamiento entre cimiento y suelo hace innecesaria la disposición de ningún apoyo adicional en el nivel de la cimentación.

Para el diseño de la relavera se consideró los puntos más vulnerables a una carga, topográficamente el sector es irregular y en el sitio del depósito de la relavera las cotas varía de 1425 m.s.n.m a 1500 m.s.n.m y considerando las alturas la zona más frágil a un derrumbe por el peso que se va a ejercer se ubica en el nivel altitudinal 1425 m.s.n.m por ello la implementación de un muro de hormigón ciclópeo que será anclado directamente a la roca cuya base será de 0.50m, el muro de hormigón cubrirá una longitud de 70m.

Gráfico Nro.5 Dimensiones del Muro de Contención

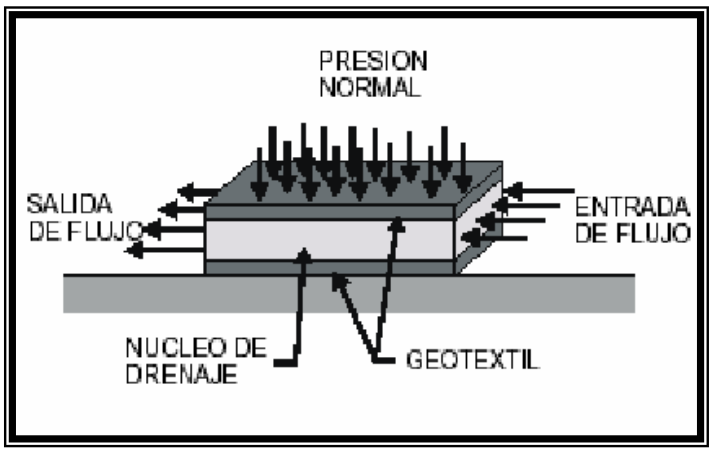


Una vez construido el muro de hormigón, se ubicará desde la cabeza del mismo, saquillos rellenos de material de escombro, estos serán ubicados conforme se acumule el material de relave hasta una altura de 20m para evitar que el muro de hormigón

colapse al recibir las cargas respectivas.

Luego se procederá a ubicar la geomembrana de fibra sintética desde la parte inferior hacia las partes superiores del depósito, cubriendo una superficie de 5880 m^2, esta fibra sintética será anclada con pernos en las partes superficiales del depósito para así lograr fijar la geomembrana a la superficie. (Como lo indica la figura Nro.2).

Figura Nro. 2 Fuerzas Actuantes en la Geomembrana



Considerando que el sector de estudio presenta meses de invierno, estas aguas lluvia serán evacuadas por medio de un sistema de drenaje y enviadas al filtro dinámico, donde se les dará el respectivo tratamiento. En estos pozos se tratara las aguas de relaves, con el objetivo de no enviarlas directamente al río.

En la fase final luego del tratamiento en el filtro dinámico, estas aguas serán enviadas en un sistema cerrado a la planta de beneficio del área minera "La Paralelas", para continuar con su uso.

4.12.8 FUNCIONAMIENTO DE LA RELAVERA

La proyección del depósito de relavera tiene capacidad de 23265.30 ton para un tiempo de vida aproximado de 3 años, el objetivo de la edificación de la relavera es ubicar los relaves procedentes de la planta de beneficio para neutralizar y destruir el

cianuro contenido en la solución de despojamiento o electrolito de extracción, utilizando para este efecto hipoclorito de sodio y evaporación en forma natural.

En el proceso no se contempla el desvío de soluciones cianuradas al filtro dinámico ya que el reactivo no entra en contacto con el material de lixiviación. De la misma forma la solución de cianuro de sodio se encuentra en recirculación cargándose con el oro en la etapa de despojamiento, liberando estos iones al contacto con el polvo de zinc para formar un cemento o precipitado, el cual es filtrado y posteriormente fundido. La solución filtrada retorna al circuito de extracción para su cargado nuevamente en un circuito cerrado.

Es fundamental el control de este reactivo en el proceso por dos razones principales: Primero por el tratamiento adicional que requieren las soluciones para su neutralización y segundo por los costos adicionales que se derivan al utilizar mas reactivo del necesario.

De igual forma se contempla la neutralización de las aguas residuales que se enviarán al filtro dinámico con ácido clorhídrico diluido para bajar el pH de estas aguas.

4.12.9 MONITOREO DE LA RELAVERA

Durante la fase de construcción del depósito de relaves o durante su periodo de operación, surge la necesidad de monitoreo geotécnicos de los materiales que interactúan con dicha estructura, sean estos materiales de soporte, como suelos de fundación o materiales que forman parte de su entorno, como el caso de taludes o laderas naturales que según su grado de estabilidad pueden representar una amenaza a poblaciones o estructuras cercanas.

La puesta en marcha de un monitoreo en particular, depende del grado de seguridad que se requiera para la inversión realizada y para sus usuarios, así como de los

parámetros geotécnicos que se deseen evaluar, sean estos deformaciones, presión de poros, esfuerzos totales, entre otros.

Propósitos para el diseño de monitoreo del talud de la relavera:

- Proporcionar un aviso anticipado de la inestabilidad.
- Proporcionar información geotécnica para analizar los mecanismos de desplazamiento de la pendiente, para designar medidas correctivas.
- Mantener los procedimientos operacionales de seguridad con el fin de proteger al personal y los equipos.

El programa de monitoreo permite establecer medidas de prevención para evitar deslizamientos, colapsos de estructuras frente a potenciales fallas por acción dinámica.

Durante la construcción del depósito se instalarán los puntos de monitoreos tales como la instalación de inclinómetros, piezómetros, puntos de control geodésico y puntos de control topográfico los puntos estratégicos serán establecidos in situ.

Inclinómetros

El inclinómetro permitirá determinar los desplazamientos del talud de los bancos del depósito de relaves a diferentes profundidades, así como asentamientos de los materiales. Dichos desplazamientos son de gran utilidad para evaluar el grado de estabilidad.

Los monitoreos inclinométricos, se basan en las deformaciones que puedan sufrir los materiales ante las cargas laterales o gravitacionales, las cuales son determinadas por medio de observaciones.

Piezómetros

Se instalarán 2 piezómetros hidráulicos en diferentes lugares del depósito de relaves para realizar el monitoreo geotécnico con la finalidad de determinar la variación del nivel freático y la calidad de aguas subterráneas.

El monitoreo se realizará después de 2 meses de iniciada la operación de funcionamiento del depósito de relaves, el Ingeniero responsable del manejo de la desmontera determinará la frecuencia de los monitoreos y establecerá las medidas pertinentes del caso.

Controles topográficos

Para monitorear la topografía de los depósitos de relaves se colocaran hitos de control topográfico de concreto en puntos estratégicos del talud y probables zonas criticas para lo cual se establece un sistema de mediciones para cada hito a partir de una línea base enlazada a punto Geodésico de primer orden, desde este punto se ha realizado mediciones de distancia horizontal y vertical a los hitos de control topográfico monumentado. Los cálculos de las mediciones topográficas determinarán la variación horizontal y vertical y permitirán tomar las medidas del caso.

4.12.10 FILTRO DINÁMICO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS DE RELAVE

Una vez terminado el proceso de lixiviación, los relaves serán bombeados al filtro dinámico localizado al interior de la concesión para neutralizar las aguas residuales que se enviarán al filtro dinámico con ácido clorhídrico diluido para bajar el PH del agua a un valor promedio de 7.0. El filtro continuará creciendo en etapas sucesivas iniciando el proyecto con el refuerzo del bordo perimetral, el cual será levantado 1.5m de altura, el mismo que contendrá arena para filtro, gravilla y grava distribuidos en capas de 0.45m cada una. Los relaves serán descargados al tanque por medio de una tubería de PVC de

110mm de diámetro colocada en el perímetro del tanque. La tubería contara con una serie de válvulas a fin de efectuar descargas en distintos puntos en forma independiente.

Las partículas de mayor tamaño se sedimentaran en el lugar de descarga formando una playa arenosa; las partículas mas finas serán transportadas al centro del tanque donde se separarán formando una laguna en la superficie del filtro dinámico. El agua será transportada desde esta laguna por medio de tubería localizada en el fondo del filtro y posteriormente reciclada a los procesos de la planta de beneficio.

4.12.11 CIERRE Y ABANDONO DE LA RELAVERA

El período de cierre comienza al término de las operaciones de la relavera y de la descarga de colas finales. Durante este tiempo se deben construir instalaciones adicionales que puedan ser requeridas para alcanzar la estabilidad física o química a largo plazo como; zanjas y conductos permanentes de derivación del agua para iniciar la rehabilitación colocando la capa vegetal retirada en un inicio así como tierra de cultivo y sembrando.

El período de cierre requiere el monitoreo de estos parámetros adicionales por el período de tiempo necesario para asegurar su adecuado funcionamiento y para realizar cualquier modificación necesaria.

El tiempo de cierre puede tomar de 3 a 5 años, aunque es típico el lapso de 5 a 10 años y depende de la complejidad y requerimientos técnicos de las medidas de cierre y el monitoreo pertinente. Las medidas de cierre deberán ser tales que su implementación sea factible en la eventualidad del cese prematuro de las operaciones, debiendo incluirse también el planeamiento de cierre y las condiciones de contingencia para la suspensión temporal de las operaciones.

El post-cierre o abandono comienza a continuación de la exitosa terminación de las

medidas de cierre y se extiende tanto como se requiera para que la estabilidad física y química del depósito de relaves quede asegurada. Una implicancia importante es que las consideraciones de diseño para casos extremos tales como inundaciones y terremotos, deben ser capaces de acomodar los eventos más grandes que puedan ocurrir, potencialmente mucho más grandes que aquellos requeridos para el diseño durante el período de operación.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Es importante señalar que debido a la topografía de alta montaña y abrupta del sector no se han encontrado sitios favorables y amplios para la ubicación de relaveras y escombreras, de ahí la imperiosa necesidad de realizar estudios a detalle del sector tomando en cuenta aspectos topográficos, geológicos, geotécnicos e hidrológicos, que permitan la ubicación y reubicación para la disposición de las colas finales considerando los posibles impactos sociales que pueden generar su ejecución.

Las actividades de exploración, explotación, y beneficio que se realizan en el área minera "Las Paralelas", establece el cambio de la estética paisajística por la presencia de frontones, escombreras, piscinas de relaves, campamentos, plataformas de trabajo y vías de acceso, por lo que se tiene que realizar estudios previos a implementar nuevas actividades las mismas que permitan el uso adecuado del territorio, con el fin de recuperar en parte la estética paisajística del sector.

Al correlacionar los resultados obtenidos en cada una de las muestras tomadas durante el desarrollo del presente estudio de investigación, se puede determinar que la calidad ambiental del recurso agua en el río Pinglio ha disminuido, esto se debe a que el agua de las quebradas; El Encanto y Durán son utilizadas en la actividad minera y al vertimiento de aguas servidas de las poblaciones San Antonio, así como de los asentamientos humanos ubicados a lo largo del río y quebradas que lo alimentan, como también la presencia de mineros informales en las riberas del río Pinglio (jancheros), los mismos que al no contar con servicios básicos realizan sus necesidades al aire libre y

arrojan basura en el campo provocando contaminación y daños ambientales.

Debe destacarse que las muestras de agua tomadas en el río Pinglio antes de la actividad minera en área "Las Paralelas", se presenta contaminada incluso antes de recibir la carga contaminante de otras quebradas, esto se debe a que el río aguas arriba recibe la carga contaminante de sedimentos de concesiones mineras vecinas, que realizan actividad minera.

También se debe dar mantenimiento y observación permanente a las fosas de relaves para evitar sobre flujos y pérdidas de material. La recirculación del agua para evitar la contaminación por sólidos en suspensión es importante. Además se debe capacitar al personal de trabajo. Por otra parte se debe realizar análisis químicos de las arenas de relaves para tener conocimiento de su composición final. Se debe continuar con el confinamiento de las colas en las labores mineras ya explotadas y que actualmente se hallan vacías; aplicando los planes de cierres respectivos para cada labor minera.

Los desechos sólidos que se generan producto de las labores de beneficio deben ser tratados mediante la construcción de fosas en todas las sociedades que utilizan compresores, generadores a diesel, talleres de mecánica, así como también recoger en tanques los aceites quemados y reutilizarlos en la conservación de campamentos, lubricación de ruedas y vagones, carretillas o trasladarlos a lugares propios para ello en ciudades vecinas al proyecto.

Los resultados de las muestras de suelo SPBM-MP1 y SMCS-MP1, determinan un tipo de suelo con acidez ligera y muy débil propios de los suelos con rango óptimo e ideal para la producción de cultivos, por lo general estos suelos tienen una capacidad de cambio catiónico, alrededor del 100% de saturación de bases, de acuerdo al nombre general texturalmente de los suelos son "Franco Arenoso".

En tanto las muestras SMP-1 y SMP-2, indican que son suelos medianamente ácidos de acidez moderada, típicos de suelos bajos en cal a los que se tiene que

controlar minuciosamente con la aplicación de material orgánico y fertilizantes como; urea y muriato de potasio, además de fertilizantes compuestos 10-30-10 entre otros.

Por otra parte es importante destacar que los resultados de los análisis para identificar la presencia de metales pesados en el suelo, demostraron la presencia de niveles altos de arsénico, zinc y plomo en algunos sitios del área de estudio, comprobando así la mala calidad de suelo.

Los suelos alterados tienen que ser rehabilitados, mediante el uso de abonos orgánicos o inorgánicos, siembra de variedades de pastos, y reforestación con especies propias del lugar.

La vegetación existente en el área minera, ha soportado deterioro y cambios significativos desde mucho tiempo atrás, ya que la superficie destinada para el establecimiento de las áreas de trabajo corresponde a terrenos de vegetación secundaria intervenida, en igual forma se puede indicar que el sitio destinado para el establecimiento del área de producción correspondió a una zona de pastizales.

Al efectuar el estudio de especies faunísticas determinadas en el presente estudio de investigación, se puede deducir que la diversidad faunística se ha mantenido.

Es importante recalcar, la necesidad de establecer un plan estratégico a fin de evitar más contaminación y posibles riesgos de asentamientos, derrumbes y deslizamientos de escombreras en laderas de quebradas y ríos dentro del área de estudio.

También se debe poner en practica la implementación de programas de reforestación en toda la zona, con la siembra de nuevas especies de plantas, árboles, creando inclusive en áreas degradadas pantallas visuales, conservar los sectores donde existe abundante vegetación natural, sembrar plantas ornamentales, y crear espacios verdes con pequeños jardines en los sectores de mayor vegetación.

Además es necesario contar con la participación de un profesional en la rama forestal, para poner en funcionamiento un vivero y realizar la reforestación del área en

forma tecnificada.

Finalmente los trabajos mineros que realiza el área minera "Las Paralelas" en sus diferentes fases ha permitido de alguna manera generar fuentes de trabajo directo e indirecto en la región, contribuyendo a disminuir el proceso migratorio; es política de los concesionarios contratar personal local de preferencia, para desarrollar cada una de sus actividades.

6.1 CONCLUSIONES

- Se determina que los desechos sólidos producto de las actividades que se realizan en la planta de beneficio son de carácter peligros como; aceites usados para el mantenimiento de la maquinaria, polvo, presencia de gases de refinación ácida, la utilización del mercurio en el proceso de amalgamación, cianuro y ácidos de fundición para la obtención de la barra de oro.

- Los desechos no peligrosos que se evidencian en el área de estudio son; desechos de alimentos, desechos de plantas, latas cartón, plástico, caucho, pilas y vidrio.

- Durante las actividades de cribado, trituración y molienda los niveles de ruido sobrepasan los niveles permisibles, en valores de 105 y 130 decibeles.

- La mayor cantidad de desechos producidos en la planta de beneficio corresponden a las colas finales en un total de 60 toneladas/día, apremiando la necesidad de la implementación de un diseño de tratamiento para dichos residuos.

- Los relaves producto de las actividades de la planta de beneficio están compuestos por un 30% de sólidos y 10% de la fase líquida.

- El área minera "Las Paralelas" a pesar de estar cimentada en roca de alta resistencia relacionado a los factores físico-mecánicos, por estar asentada sobre bases topográficas irregulares, zonas climáticas con altas precipitaciones y situaciones de direcciones de los drenajes naturales cercanos al sector del proyecto, obstruye la implementación del diseño ingenieril.

- El diseño ingenieril elegido para tratar los desechos sólidos y efluentes líquidos de la planta de beneficio se realizó sobre la base de un sector previamente destinado con anterioridad a su ejecución por el área minera "Las Paralelas", en base a la necesidad de proteger el ambiente y remediar posibles impactos que esta

infraestructura podría ocasionar.

6.2 RECOMENDACIONES

- Los desechos sólidos peligros producto de las labores de beneficio, deben ser tratados previo a programas de recolección y clasificación por su carácter de nocivos y perjudiciales al ambiente, este sistema de tratamiento bebe ser ejecutado por los organismos correspondientes, mediante programas de motivación y difusión enfocadas a proteger el ambiente.

- En las etapas de trituración, cribado y molienda por tener niveles altos de polvo y ruido, se recomienda la implementación y utilización de recubrimientos especiales en la maquinaria, separadores de polvo, dispositivos filtrantes, además el uso de compuertas adicionales que contribuyan a reducir dichas emisiones.

- En los lugares de labores con altas emisiones de polvo, se propone el uso de máscaras protectoras para los operarios, en el área de estudio conviene usar máscaras con superficies filtrantes grandes.

- Para minimizar las emisiones de ruido, es recomendable la disposición de protectores auditivos y estar concientizados para usarlos responsablemente, con el objetivo de evitar casos de sordera.

- Se recomienda realizar estudios técnicos más específicos relacionados al tipo y clasificación de relaves obtenidos, producto de las labores de beneficio, los mismos que faciliten su tratamiento.

- Antes de designar zonas para tratar las colas finales de la planta de beneficio se recomienda, realizar estudios a detalle del sector tomando en cuenta aspectos topográficos, geológicos, geotécnicos e hidrológicos, que permitan la ubicación y reubicación de la disposición de las colas finales considerando los posibles

impactos sociales que pueden generar su ejecución.

En el Control Operacional de la Relavera se Recomienda

- Se deben realizar periódicamente controles de la densidad in-situ en el muro de arenas y determinar la densidad relativa (las muestras se deben tomar a 1/3 y 2/3 de la altura total del muro). Estas medidas son importante porque indican en cierta medida, el grado de compactación con que cuenta el muro de arenas en la operación.
- Controlar el nivel freático con piezómetros en el muro de arenas, comparar la cota que se obtiene de este nivel, con la cota del nivel del coronamiento del muro de partida impermeabilizado. El nivel freático debe ser más bajo que dicha cota, esto tiene gran relevancia especialmente en aquellos tanques que no cuentan con un buen sistema de drenaje en el muro de arenas.
- Cuando el nivel freático es alto, se debe proceder rápidamente a bajarlo, evacuando el agua clara de la laguna en la cubeta. Es importante además medir el nivel freático en algunos puntos aguas abajo y mantener una estadística gráfica con los datos obtenidos.
- Establecer un control periódico de la granulometría de las arenas de relave. Un aumento repentino y significativo del % de finos compromete las condiciones de seguridad de la obra (formación de bolsones saturados y superficies localizadas menos resistentes al corte).
- La exigencia actual del contenido de finos en las arenas de relave de los muros de contención en los tanques de relaves, es que debe estar constituida por no más de un 20% de partículas menores de 200 mallas (74 micrones).
- Las partículas de las arenas de los relaves por ser angulares y heterogéneas, es favorable desde el punto de vista de la estabilidad ya que ayuda a lograr una buena compactación, pues las partículas en dicha operación de compactación, se traban unas con otras de modo que se necesitan grandes esfuerzos de corte para romper este entrabamiento.

- Se debe medir el % de sólidos en peso de la pulpa de relaves, el cual debe mantenerse en un rango no tan alto para que se permita un buen escurrimiento de esta pulpa por la tubería de transporte, (un rango bien aceptado en la práctica es entre 35% a 45%).
- Mantener una buena revancha con el fin de evitar posibles escurrimientos de agua a través del muro de arenas produciéndose así su erosión.
- Se deben verificar periódicamente el ángulo de talud operacional comprometido en el proyecto y el ancho del coronamiento del muro de arenas. Este último en la actualidad se exige como mínimo de 2 metros.
- Controlar periódicamente el nivel y posición de la laguna de aguas claras, la cual debe mantenerse siempre lo más alejada posible del muro de arenas en los casos de tanques de relaves, con el fin de evitar humectar demasiado el muro y que se sature de agua, trayendo el consecuente aumento de la presión de poros entre las partículas y el eventual colapso.
- Mantener siempre operativas las torres colectoras o bien las balsas con las bombas de impulsión, para la evacuación de las aguas de la laguna de clarificación asegurándose así la continuidad de esta operación.
- Verificar en forma periódica el estado de las tuberías de conducción de los relaves y también las válvulas y bombas de impulsión de la pulpa de relaves.
- Una medida importante a tener presente en la construcción en los muros es la de evitar conformar esquinas en ángulo recto ya que constituyen uno de los puntos estructuralmente más débiles frente a las solicitaciones sísmicas, debido a bajo confinamiento. Es por ello aconsejable establecer uniones redondeadas.
- Es muy importante en un tanque de relaves en operación, mantener la práctica de compactar el talud exterior a lo largo del muro de arenas, usando equipos adecuados como por ejemplo rodillos lisos vibratorios, tractores o bulldozer pesados.
- Cuando la compactación es deficiente, los tanques de relaves tienen mayor probabilidad de colapsar frente a una solicitación sísmica significativa. Es por ello que la operación de compactación en el muro resistente debe hacerse en

forma regular junto con todas aquellas otras medidas que tienen incidencia con la estabilidad del tanque.

- Durante la operación se deben reparar todas las fisuras o grietas que se pudieren producir, pues si no son cerradas dejan puntos débiles sobre los cuales al ser tapados con material de relaves, la compactación posterior no será eficiente en dichos sectores.
- Es importante mantener despejados los muros de arenas de cualquier objeto extraño puesto que los relaves sedimentan a la altura de los obstáculos que encuentran en el trayecto.
- Los operadores de los depósitos de relaves deben tener, claro conocimiento, del manual de emergencia del depósito de relaves, con que obligatoriamente debe contar la empresa, de modo que les permita enfrentar en forma exitosa las situaciones adversas, climáticas, hidrológicas, sísmicas, volcánicas o falla del sistema de captación de aguas claras o situaciones de emergencias de otra naturaleza que pudieren presentarse.
- Si la causa de la emergencia se debe a fenómenos naturales extremos imprevistos, como sismos y lluvias intensas, que impidan una normal operación o pongan en peligro la vida de las personas o el medio ambiente, deberán suspenderse las operaciones de depositación de relaves, hasta que las condiciones de seguridad del depósito se restablezcan.

7. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

AYALA Caicedo, F.J., L. Vadillo Fernández, C. López Jimeno et 1989. Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería. Instituto Tecnológico Geo-minero de España. Madrid. 332 pp.

BURY A., Hugo. 1999. Evaluación del yacimiento aurífero las minas. (Tesis Tecnólogo en Minas) Loja Ecuador, Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencia y Tecnología.76 p.

CARTA TOPOGRÁFICA DE PONCE ENRÍQUEZ a escala 1:50.000; hoja CT-NVI-A2, 3684-I Serie J72.

CHAMBA T., Carlomagno N. Auditoria Ambiental 2004. Cuenca-Ecuador, Área Minera "Las Paralelas".84p.

CHAMBA T., Carlomagno N. Evaluación de Impacto Ambiental Ampliatorio 2005. Cuenca-Ecuador, Área Minera "Las Paralelas".93p.

CHAMBA T., Carlomagno N. Informe de Producción Aurífera 2006. Cuenca- Ecuador, Área Minera "Las Paralelas".31p.

CHAMBA T., Carlomagno N. Auditoria Ambiental 2007.Cuenca-Ecuador, Área Minera "Las Paralelas".74p.

HOJA GEOLÓGICA MACHALA 36-B CT-NVI-A escala 1:100000.

HOJA 54-A de Girón escala 1:100000.

HOJA 35 CT-NV-E de Tenguel escala 1:100000.

LIBRO DE CONSULTA PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL (Volumen I; II y III).

Trabajos Técnicos del Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial.

TALLER DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador, 1998.

TALLER DE "Desarrollo de Proyectos" del X Módulo. (1°, 2005) Loja, Ecuador, Universidad Nacional De Loja, 2005.

SITIOS WED:

http://cita.es/hidrargirismo/

http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2006/araneda_c/sources/araneda_c.pdf/

http://www.igepn.edu.ec/INFORMES/SISMICOS/2006/InfSisJun27.pdf/

http://www.importexporte.com/metalurgiaperu/tecnologiamineria.html/

http://www.quiminet.com.mx/ar0/ar_p%25AE%25CB%253F%2520%2512%2592%25BA.htm/

http://html.rincondelvago.com/procesamiento-minerales.html/

http://wikipedia.org/wiki/Impacto_ambiental_potencial_de_la_extracci%C3%B3n_yprocesamiento_de_minerales#Uso_de_la_tierra/

PROYECTO: DISEÑO DE UN DEPÓSITO PARA RELAVES
ELABORADO POR: LORENA DOMINGUEZ - MARIANA YAGUANA
FECHA: ENERO 2009

8. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DE ACTIVIDADES

8. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DE ACTIVIDADES

						TIEMPO EN MESES					
RUBRO	CONCEPTO	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	MONTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	3.800,00	0,57	2.166,00	3.800,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
						$ 2.166,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN EN AREA ABIERTA	M2	3.660,00	0,30	1.098,00	3.660,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
						$ 1.098,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
3	RETIRO DE CAPA VEGETAL	M2	29.280,00	1,76	51.532,80	29.280,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
						$ 51.532,80	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
4	EXCAVACION RETROEXCAVADORA H VARIABLE	M3	292,00	1,87	546,04	87,60	146,00	58,40	0,00	0,00	0,00

						$ 163,81	$ 273,02	$ 109,21	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
5	EXCAVACIÓN CLASE B EN ZANJA A MAQUINA	M3	3.500,00	0,41	1.435,00	0,00	1.750,00	700,00	1.050,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 717,50	$ 287,00	$ 430,50	$ 0,00	$ 0,00
6	DESALOJO DE MATERIAL INCLUYE CARGADA	M3*KM	33.672,00	0,24	8.081,28	3.367,20	20.203,20	6.734,40	3.367,20	0,00	0,00
						$ 808,13	$ 4.848,77	$ 1.616,26	$ 808,13	$ 0,00	$ 0,00
7	RASANTEO Y NIVELACIÓN DEL FONDO DEL DEPÓSITO	M2	720,00	0,25	180,00	0,00	0,00	288,00	288,00	144,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 72,00	$ 72,00	$ 36,00	$ 0,00
8	MATERIAL DE MEJORAMIENTO DEBIDAMENTE COMPACTADO	M3	366,00	16,49	6.035,34	0,00	36,60	109,80	219,60	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 603,53	$ 1.810,60	$ 3.621,20	$ 0,00	$ 0,00
9	MUROS DE H. CICLOPEO 60% H.S F´c=180 Kg/cm2+40% P	M3	367,50	108,51	39.877,43	0,00	110,25	110,25	110,25	36,75	0,00
						$ 0,00	$ 11.963,23	$ 11.963,23	$ 11.963,23	$ 3.987,74	$ 0,00
10	RELLENO COMPACTADO CON COMPACTADOR MECÁNICO	M3	150,00	4,95	742,50	0,00	0,00	30,00	90,00	30,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 148,50	$ 445,50	$ 148,50	$ 0,00
11	JUNTA DE IMPERMEABILIZACIÓN	ML	17,00	7,11	120,87	0,00	0,00	6,80	8,50	1,70	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 48,35	$ 60,44	$ 12,09	$ 0,00
12	TUBERÍA PLÁSTICA PVC 160 MM TIPO B	ML	200,00	7,42	1.484,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 742,00	$ 742,00	$ 0,00
13	CAJAS DE REVISION	U	7,00	72,15	505,05	0,00	0,00	0,00	3,50	3,50	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 252,53	$ 252,53	$ 0,00

14	VÁLVULA COMPUERTA B/B VOLANTE CLASE 10 HF 6" o 160 mm	U	1,00	178,51	178,51	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 178,51	$ 0,00
15	GEOMEMBRANA 1000 MICRAS PARA DESECHOS MINEROS	M2	5.800,00	6,74	39.092,00	0,00	0,00	0,00	2.320,00	1.740,00	1.160,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 15.636,80	$ 11.727,60	$ 7.818,40
16	MURO DE RETENCIÓN CON MATERIAL DE SITIO (SAQUILLOS)	M3	1.995,00	8,56	17.077,20	0,00	0,00	399,00	598,50	598,50	399,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 3.415,44	$ 5.123,16	$ 5.123,16	$ 3.415,44
17	FILTRO DINÁMICO PARA TRATAMIENTO DE AGUA	GLOBAL	1,00	1.888,33	1.888,33	0,00	0,00	0,30	0,40	0,30	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 566,50	$ 755,33	$ 566,50	$ 0,00
18	REDUCCION PVC-P E/C 160-110 mm	U	2,00	12,29	24,58	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 24,58	$ 0,00	$ 0,00
19	TEE REDUCCION PVC-P E/C 110 a 90 mm	U	8,00	11,67	93,36	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 93,36	$ 0,00	$ 0,00
20	REDUCCION PVC -P E/C DE 110 a 90 mm	U	2,00	13,44	26,88	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 26,88	$ 0,00	$ 0,00
21	VÁLVULA BRONCE 110MM	U	6,00	106,92	641,52	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 320,76	$ 320,76
22	TEES PVC 160 MM	U	1,00	15,20	15,20	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 15,20	$ 0,00	$ 0,00
23	CODO PVC -S E/C 110mm X 90°	U	7,00	8,14	56,98	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 56,98	$ 0,00	$ 0,00

24	TEE LA LL 110mm x 110mm e=6mm	U	3,00	23,88	71,64	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 71,64	$ 0,00	$ 0,00
25	TAPON LA LL 90mm e=6mm	U	10,00	10,49	104,90	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 104,90	$ 0,00	$ 0,00
26	UNIÓN UNIVERSAL PVC PR DE 2"	U	5,00	34,91	174,55	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 174,55	$ 0,00	$ 0,00
27	TUBERIA PVC PRESION U/E 90 mm 0.5 MPA	M	10,00	8,58	85,80	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 85,80	$ 0,00	$ 0,00
28	TUBERIA PVC PRESION U/E 110 mm 0.5 MPA	M	20,00	11,25	225,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 225,00	$ 0,00	$ 0,00
29	ARENA PARA FILTROS D=10-20 MM	M3	4,20	39,62	166,40	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	2,10
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 83,20	$ 83,20
30	GRAVILLA PARA FILTROS	M3	4,20	36,86	154,81	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	2,10
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 77,41	$ 77,41
31	GRAVA PARA FILTROS	M3	4,20	25,43	106,81	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	2,10
						$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 53,40	$ 53,40
32	ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA	U	1,00	223,79	223,79	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
						$ 111,90	$ 111,90	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00
33	ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS	U	2,00	74,21	148,42	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
						$ 74,21	$ 74,21	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00

					174.360,99						
				Valores Parciales		55954,845	18592,1545	20037,0805	40789,7015	23309,3945	11768,61
				Valores Acumulados		55954,845	74546,9995	94584,08	135373,782	158683,176	170451,8
				Porcentajes Parciales		32,09%	10,66%	11,49%	23,39%	13,37%	6,75%
				Porcentajes Acumulados		32,09%	42,75%	54,25%	77,64%	91,01%	97,76%

CAPITULO 2

CAPITULO 2

CAPITULO 2