



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL
Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

TÍTULO

**“ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DEL ÁREA
MINERA “LA MISIONERA” 1º ETAPA, UBICADA EN EL
CANTON GUALAQUIZA PROVINCIA MORONA SANTIAGO”.**

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

AUTOR:

Guarderas Silva Dixzon Freddi

DIRECTOR:

Ing. Jimmy Stalin Paladines, Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

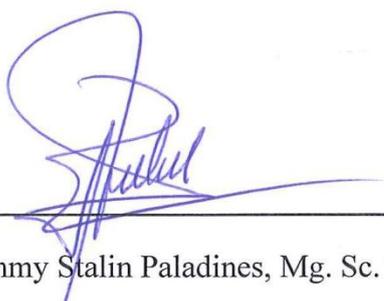
Loja, 04 de Junio de 2015

Ing. Jimmy Stalin Paladines, Mg. Sc.

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y |
ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en “ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DEL ÁREA MINERA “LA MISIONERA” 1º ETAPA, UBICADA EN EL CANTON GUALAQUIZA PROVINCIA MORONA SANTIAGO”, previo a la obtención del título de Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, realizado por el señor egresado: Dixzon Freddi Guarderas Silva, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.



Ing. Jimmy Stalin Paladines, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **DIXZON FREDDI GUARDERAS SILVA**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula:

1102355987

Fecha:

Loja, 13 de Julio del 2015.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

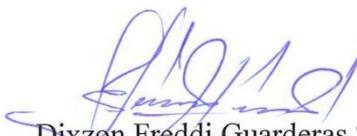
Yo, **DIXZON FREDDI GUARDERAS SILVA**, declaro ser autor de la tesis titulada: **“ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DEL ÁREA MINERA “LA MISIONERA” 1º ETAPA, UBICADA EN EL CANTON GUALAQUIZA PROVINCIA MORONA SANTIAGO”**, como requisito para optar al Título de: **INGENIERO EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los trece días del mes de Julio del dos mil quince.

Firma:



Autor:

Dixzon Freddi Guarderas Silva

Cédula:

1102355987

Dirección:

Loja, (Ciudadela Alegría: Av Tiwinza y la 12.)

Correo Electrónico:

dixzon_65@hotmail.es

Teléfono:

22112660

Celular: 0980738200

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:

Ing. Jimmy Stalin Paladines, Mg. Sc.

Tribunal de Grado:

Ing. Julio Eduardo Romero Sigcho, Mg. Sc.

Ing. Jeanine Elizabeth Azanza González, Mg. Sc.

Ing. Hernán Luis Castillo García, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento sincero a nuestra querida Universidad Nacional de Loja, que a diario cultiva la ciencia y el conocimiento, forjando profesionales conscientes y comprometidos con la sociedad, una vez más he podido ser parte del proceso de aprendizaje logrando llegar a un peldaño más en los escalones del conocimiento, anhelos que se hacen metas y realidades que dan oportunidades con una nueva herramienta de trabajo y desempeño. También agradezco la familia Marlin concesionarios y operadores del área Minera La Misionera por la oportunidad de desarrollar esta investigación. Mi agradecimiento a mi familia que me da la alegría de vivir.

También dejo constancia de gratitud a los Docentes del Área De La Energía Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables, que han compartido sus conocimientos y experiencias en cada una de las cátedras.

DEDICATORIA

A todos las mujeres y hombres que dedican su vida a obtener el sustento diario para su familia luchando con las inclemencias del tiempo y en varios casos alejados de los suyos y las comodidades de la ciudad. Adoptando actitudes responsables cuidando del medio ambiente mientras con sacrificio extraen los minerales del subsuelo. A los técnicos y Profesionales que tienen el compromiso con su entorno para preservar nuestro planeta que será el espacio de nuestros hijos y nietos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xv
ÍNDICE DE MAPAS.....	xvi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	4
3. Introducción	6
3.1. Objetivos.....	8
3.1.1. General.....	8
3.1.2. Específicos.....	8
4. Revisión de Literatura	9
4.1. Topografía.....	9
4.1.1. Geodesia.....	9
4.1.2. Taquimetría.....	10
4.2. Geología.....	11
4.2.1. Roca.....	12
4.2.2. Mineral.....	16
4.2.3. Formación Geológica.....	16
4.3. Yacimiento Mineral.....	17
4.3.1. Evaluación de un Yacimiento.....	17
4.3.2. Cubicación de Yacimientos.....	17
4.3.3. Mineral Aluvial.....	18
4.3.4. Placer Aluvial.....	18

4.3.4.1. Prospección.....	19
4.3.4.2. Exploración.....	20
4.3.4.3. Evaluación económica.....	21
4.3.4.4. Reservas.....	22
4.3.4.5. Tenor – Ley.....	23
4.3.4.6. Recuperación de los metales.....	24
4.3.4.7. Valoración y tasación del proyecto minero.....	24
4.3.4.8. Vida probable de la mina.....	25
4.4. Diseños de Explotación.....	25
4.4.1. Sistema de explotación en placeres o terrazas aluviales.....	25
4.4.2. Desbroce, Destape y Explotación minera.....	28
4.4.3. Explotación Minera.....	29
4.5. Estabilización de Taludes.....	30
4.5.1. Talud.....	30
4.5.2. Estabilidad.....	29
4.6. Responsabilidad Minera.....	31
4.6.1. Responsabilidad Ambiental Minera.....	31
4.6.2. Seguridad e Higiene Minera.....	31
4.7. Sistema de Información Geográfica.....	31
5. Materiales y Métodos.....	33
5.1. Materiales.....	33
5.2. Metodología.....	33
5.2.1. Levantamiento topográfico, planimétrico y geológico.....	34
5.2.1.1. Topografía.....	34
5.2.1.2. Geología.....	35
5.2.2. Desarrollar organizadamente las labores mineras para preparación de las terrazas de explotación.....	35
5.2.2.1. Evaluación de Reservas.....	35
5.2.2.1.1. Factores Económicos.....	36
5.2.2.2. Optimización el sistema de explotación.....	38
5.2.2.3. Descripción de los factores.....	38
5.2.2.4. Estabilidad de taludes.....	38

5.2.2.5. Sistema de Explotación.....	42
5.2.3. Implementación del Sistema de Explotación con responsabilidad ambiental y seguridad minera.....	50
5.2.3.1.Descripción Buenas Prácticas Ambientales.....	52
6. Resultados.....	53
6.1. Descripción Biofísica del sector de estudio.....	53
6.1.1. Ubicación y acceso.....	53
6.1.2. Clima.....	55
6.1.3. Hidrología.....	55
6.1.4. Geomorfología.....	56
6.1.5. Datos socio – económicos.....	57
6.2. Topografía.....	58
6.2.1. Levantamiento topográfico.....	58
6.3. Geología.....	61
6.3.1. Geología Regional.....	61
6.3.1.1.Formación Hollín.....	61
6.3.1.2.Formación Napo.....	61
6.3.1.3. Intrusivo granodiorítico.....	62
6.3.1.4. Depósito y terrazas aluviales.....	62
6.3.1.5. Placeres.....	63
6.3.1.6. Bedrock.....	63
6.3.2. Geología Local.....	65
6.3.3. Litología.....	78
6.4. Reservas.....	90
6.4.1. Reserva Mineral.....	90
6.4.1.1. Evaluación de Reservas.....	92
6.5. Explotación Actual de Yacimiento.....	104
6.5.1. Delimitación de área Actual a Explotar.....	104
6.6. Descripción del Sistema Actual de Explotación.....	105
6.6.1. Destape y preparación.....	105
6.6.2. Arranque.....	105
6.6.3. Beneficio.....	108

6.6.4. Operaciones Auxiliares.....	111
6.6.5. Campamentos.....	112
6.6.6. Personal del Proyecto.....	113
6.6.7. Mantenimiento de quipos mecanizados.....	115
6.7. Optimización de sistema de explotación.....	116
6.7.1. Caracterización.....	116
6.7.2. Elección del sistema de explotación.....	117
6.7.2.1. Destape y preparación.....	119
6.7.2.2. Proceso Extractivo.....	120
6.7.2.3. Estabilización de Taludes.....	124
6.7.2.4. Cálculo de coeficiente de destape.....	125
6.7.2.5. Costos de Explotación.....	127
6.7.2.6. Análisis de productividad.....	132
6.8. Buenas Prácticas Ambientales.....	133
6.8.1. Políticas Ambientales.....	133
6.8.2. Manejo de Desechos.....	144
6.8.3. Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.....	145
6.8.4. Capacitación Ambiental.....	145
6.8.5. Relaciones Comunitarias.....	145
6.8.6. Rehabilitación de Áreas Afectadas.....	147
7. Discusión.....	149
8. Conclusiones.....	152
9. Recomendaciones.....	154
10. Bibliografía.....	155
11. Anexos.....	157

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resumen de cálculos de Reserva	37
Tabla 2.	Factores de seguridad mínimos a emplear.....	40
Tabla 3.	Factores de esponjamiento de los materiales más usuales.....	42
Tabla 4.	Para el Cálculo de rendimiento y capacidad de los equipos.....	45
Tabla 5.	Lubricantes para el Control de mantenimientos.....	46
Tabla 6.	Salarios por día de trabajo.....	47
Tabla 7.	Proyección de costo de operación diaria.....	49
Tabla 8.	Proyección de Producción por día.....	49
Tabla 9.	Cálculo de Beneficio diario.....	49
Tabla 10.	Ubicación de Trincheras – Coordenadas.....	51
Tabla 11.	Ubicación de Calicatas – Coordenadas.....	51
Tabla 12.	Ubicación de Piscinas – Coordenadas.....	51
Tabla 13.	Ubicación del área de estudio - Coordenadas.....	53
Tabla 14.	Granulometría de la C-2.....	66
Tabla 15.	Granulometría de la C-3.....	67
Tabla 16.	Granulometría de la C-4.....	69
Tabla 17.	Coordenadas del polígono de Reservas Probadas.....	91
Tabla 18.	Coordenadas del polígono de Reservas Probables.....	91
Tabla 19.	Resumen de áreas del sector de estudio.....	94
Tabla 20.	Resumen de cálculos de Reservas.....	101
Tabla 21.	Reservas probadas probables y material estéril.....	102
Tabla 22.	Volumen de destape por bloques.....	119
Tabla 23.	Coordenadas para destape B-1.....	121
Tabla 24.	Coordenadas para destape B-2.....	121
Tabla 25.	Coordenadas para destape B-3.....	121
Tabla 26.	Coordenadas para destape B-4.....	121
Tabla 27.	Coordenadas para destape B-5.....	122
Tabla 28.	Coordenadas para destape B-6.....	122
Tabla 29.	Coordenadas para destape B-7.....	122
Tabla 30.	Ciclograma de explotación del frente.....	126
Tabla 31.	Lista de equipos a utilizarse en el proyecto.....	127
Tabla 32.	Datos técnicos del equipo caminero.	129
Tabla 33.	Cálculo de rendimiento capacidad y costo de los equipos.....	130

Tabla 34.	Salario por día de trabajo.....	131
Tabla 35.	Proyección de costos por día.....	131
Tabla 36.	Proyección de Producción por día.....	132
Tabla 37.	Beneficio diario.....	132

ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Formación de las rocas: 1- erosión, transporte, sedimentación y diagénesis; 2- fusión; 3- presión y temperatura; 4- enfriamiento.....	13
Figura 2.	Muestras de un coleccionista de minerales.....	16
Figura 3.	Placer aluvial.....	19
Figura 4.	Esquema de dragado tipo Yuba.....	27
Figura 5.	Sistema de terrazas – Minería de aluvión.	28
Figura 6.	Esquema de labores de desbroce.	28
Figura 7.	Esquema de labores de destape de sobrecarga.	29
Figura 8.	Esquema de extracción de la grava aurífera.....	30
Figura 9.	Punto de partida para el levantamiento del IGM.	34
Figura 10.	Teoría del Método del Inverso Cuadrado de la distancia.....	36
Figura 11.	Ubicación del área de Estudio, coordenada UTM PSAT 56: 767 554; 9 620 688.....	54
Figura 12.	Cobertura vegetal con material limo arcilloso – C1.....	65
Figura 13.	Grava arenosa color gris – C2.....	66
Figura 14.	Grava aurífera – C3.....	67
Figura 15.	Grava aurífera de matriz arcillo arenosa color gris azulada – C4.....	68
Figura 16.	Piscina # 2.....	69
Figura 17.	Paleocanal.....	70
Figura 18.	Límite del paleocanal.....	70
Figura 19.	Apertura de GL-TR-01.....	71
Figura 20.	Excavación de trinchera.....	71
Figura 21.	Control del nivel freático.....	72
Figura 22.	Diferenciación de capas y medida de las potencias.....	72
Figura 23.	Toma de muestra por estrato.....	73
Figura 24.	Medida de muestra en cubeto de 1 m ³ (desarmable).....	73
Figura 25.	Lavado de muestras para obtener el concentrado.....	73
Figura 26.	Medida de boulders contenidos en la muestra de un cúbico.....	74
Figura 27.	Clasificación de gravas luego de lavadas.....	74
Figura 28.	Medida del volumen de gravas de lavadas.....	74
Figura 29.	Tratamiento de concentrados.....	75
Figura 30.	Tratamiento de concentrados en batea.....	75
Figura 31.	Au libre separado en batea.....	75

Figura 32.	Tamices para separación del Au y la magnetita fina.....	76
Figura 33.	Balanza de precisión de tres decimales.....	76
Figura 34.	Capas C-3 y C-4, se observa la diferencia de color en las dos capas....	77
Figura 35.	Bedrock: Lutitas Fm. Napo.....	78
Figura 36.	Descripción de los perfiles evidenciados en las calicatas.....	79
Figura 37.	Descripción de los perfiles evidenciados en las calicatas.....	80
Figura 38.	Litología de la calicata 01.....	81
Figura 39.	Litología de la calicata 02.....	81
Figura 40.	Litología de la calicata 03.....	82
Figura 41.	Litología de la calicata 04.....	82
Figura 42.	Litología de la Piscina 01.....	83
Figura 43.	Litología de la Piscina 02.....	83
Figura 44.	Litología de la calicata 03.....	84
Figura 45.	Litología de la calicata 04.....	84
Figura 46.	Litología de la calicata 06.....	85
Figura 47.	Litología de la calicata 07.....	85
Figura 48.	Litología de la calicata 09.....	86
Figura 49.	Panorámica del área de estudio- BBSPA sector Tunduli.....	104
Figura 50.	Desbroce con tractor Komatsu D61EX.....	105
Figura 51.	Área desbrozada.....	106
Figura 52.	Piscina de producción, arranque de grava aurífera.....	106
Figura 53.	Re banqueo de gravas y control de agua por bombeo.....	107
Figura 54.	Transporte de gravas con uso de excavadoras (re banqueo).....	107
Figura 55.	Stock de gravas para lavado.....	107
Figura 56.	Planta de beneficio.....	108
Figura 57.	Proceso de lavado.....	109
Figura 58.	Lavado de gravas y concentración gravimétrica.....	109
Figura 59.	Punto bajo y bombas de agua para control del nivel freático.....	111
Figura 60.	Piscinas de sedimentación y decantación.....	111
Figura 61.	Piscinas para recirculación de aguas.....	112
Figura 62.	BB SPA. Campamento Base de ATEMIN Y TIFEMA S.A.....	113
Figura 63.	Construcción Mixta utilizada como Oficinas y Enfermería.....	113

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Esquema de materiales para el desarrollo del proyecto.....	33
Cuadro 2.	Granulometría de la C-2.....	66
Cuadro 3.	Granulometría de la C-3.....	68
Cuadro 4.	Granulometría de la C-4.....	69
Cuadro 5.	Personal del proyecto.....	113

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	TOPOGRAFÍA.....	60
Mapa 2.	GEOLOGÍA REGIONAL.....	64
Mapa 3.	CORTES LITOLÓGICOS.....	87
Mapa 4.	GEOLOGÍA LOCAL.....	88
Mapa 5.	RESERVAS PROBADAS Y PROBABLES.....	103
Mapa 6.	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ACTUAL.....	110
Mapa 7.	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN POR BLOQUES RESERVAS PROBADAS.....	118
Mapa 8.	UBICACIÓN DE ESCOMBRERAS TEMPORALES.....	123

1. Título

“ELECCIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DEL ÁREA MINERA “LA MISIONERA” 1º ETAPA, UBICADA EN EL CANTON GUALAQUIZA PROVINCIA MORONA SANTIAGO”.

2. Resumen

La presente investigación detalla los trabajos y la metodología que se aplican en las operaciones mineras del área La Misionera, donde luego de haber mantenido una constante dedicación ha cumplido con todos los requisitos legales ante las instituciones y el estado ecuatoriano, lo que le permite desarrollar la explotación de los aluviales del Río Bomboiza. La meta es llegar a desarrollar una minería a gran escala sin embargo ha iniciado la explotación a nivel de pequeña minería con dos frentes de operación uno en el sector del Tunduli BBspa y el otro en la desembocadura del río Cupiambritza.

Aunque existe un plan de explotación, se propone un sistema de alternativo donde se considera optimizar tiempos y equipos para lograr mejor resultado económico sin descuidar el medio ambiente aplicando el Plan de Manejo Ambiental que logró la obtención de la Licencia Ambiental otorgada en septiembre del 2014.

Los trabajos de exploración avanzada y las primeras pruebas de explotación han permitido conocer a detalle la litología y el contenido de Au de una parte del yacimiento. Las reservas del sector se cuantifican en 202,471.01 m³ con una ley de 0,22 gr/m³. Con ello se propone un incremento de equipos para el arranque y beneficio, se tratará un volumen de 900 m³/día. Se estima que la duración de explotación será de 9 a 12 meses de operación. El sistema actual y la falta de maquinaria ocasionan pérdidas económicas.

Es responsabilidad de todos los involucrados en la minería desarrollar proyectos sustentables con la aplicación de tecnología y métodos amigables con la naturaleza buscando desechar las tradicionales contaminaciones con Hg, exceso de aguas contaminadas utilizando equipos modernos de gravimetría, cuidando los cauces naturales que son utilizados por quienes viven en las partes bajas de las riveras. El Plan de Manejo ambiental, el Estudio de Impacto Ambiental y la Licencia Ambiental. Compromete a los actores a cumplir con los procesos de optimización en la explotación aplicando métodos adecuados y siendo consecuentes al momento de la reposición de los suelos con la revegetación de los sitios explotados.

Se aspira a que en poco tiempo sea una obligación el aprovechamiento de metales nobles de las gravas que son explotadas para construcciones y con ello sea una fuente de ingreso al estado al pagar las regalías.

Finalmente el presente trabajo busca ser un aporte en los diversos frentes de explotación aluviales teniendo como objetivo el compromiso con el entorno y el beneficio recíproco con quienes habitan en los alrededores de las minas, debemos legar a nuestros descendientes un espacio habitable, cuidando de las especies y de los paraísos que enriquecen a nuestro País.

Abstract

This research details the works and methodology that are applied in mining operations in the Misionera area, which after having maintained constant dedication, has met all legal requirements before the Ecuadorian Institutions and State, which permits the development of the exploitation of the Bumboiza River alluvial. The aim of this investigation is to develop a large scale mining operation, however the exploitation project has commenced as a small mining operation with two fronts, one of them in the Tunduli BBspa sector and the other one in the Cupiambritza River mouth.

Although there is a business plan, an alternative system was proposed, one which optimizes time and equipment to achieve better economic results without neglecting the environment by applying the Environmental Management Plan which managed to obtain the Environmental License in September 2014.

Advanced exploration works and the first operating tests have allowed us to understand, in detail, the lithology and Au content in part of the deposit. The sector's reserves are quantified as 202,471.01 m³ with a grade of 0.22 g/m³. Considering this, an equipment increase was proposed for startup and profit, it will treat a volume of 900 m³/day. It is estimated that the duration of the operation will last between 9 and 12 months. The current system and the lack of machinery cause economic losses.

It is the responsibility of everyone involved in the mining operations to develop sustainable projects with the application of technology and nature-friendly methods so as to overturn the traditional contamination with Hg and excess of contaminated water using modern gravimetry equipment while taking care of natural waterways that are used by those who live in the lower parts of the river banks. The Environmental Management Plan, the Environmental Impact Study and the Environmental License obligate the actors to comply with the operation's optimization processes by applying appropriate methods and being consistent when replenishing the soil via the re-vegetation of the exploited site.

The aim is that it will soon be an obligation to use the gravel's noble metals that are exploited for construction projects. Thus, it will be a source of income for the state to pay royalties.

Finally, this paper seeks to be a contribution to the diverse fronts of alluvial exploitation aiming at a commitment to the environment and the reciprocal benefit with those living in the vicinity of the mines. We must leave our descendants a habitable space, taking care of the species and also the havens that enrich our country.

3. Introducción.

Nuestro país ha sido un lugar de interés minero donde se han desarrollado proyectos diversos los mismos que se han ejecutado con el fin de obtener minerales metálicos principalmente Au, Ag y Cu, uno de los referentes que constan en la historia minera está registrado Portovelo, Zaruma y Piñas que desde el siglo XVIII fue explotado y en diferente escala sigue vigente hasta la actualidad, se debe citar que la Provincia del Oro además de los yacimientos de tipo primario tiene también minas de oro aluvial que fueron explotadas desde 1980 como es el caso de Los Lilenes ubicada en la parroquia Bella María en el río Caluguro en éste río siguen ejecutándose trabajos de lavado de gravas con el fin de obtener Au. Desde el siglo anterior se desarrollaron otras regiones mineras como es el caso de Ponce Enrique en la provincia del Azuay minas como: Bella Rica, Santa Martha, San Gerardo, Shumiral en ésta parroquia se explotó por parte de Odin Mining gravas auríferas con tenores de 0,3 a 1,0 gr/m³, otro cantón de interés minero es Pucará que se encuentra en explotación. De manera similar se desarrollaron diferentes minas en el sur oriente concretamente en las Provincias de Zamora y Morona Santiago, las minas de mayor reconocimientos son: Nambija, Campanas, Campanillas, Chinapintza, Guaysimi.

La explotación de Au ha sido mayoritariamente en minas subterráneas pero también se ejecutan proyectos aluviales de como: En Río Chico la mina de Shumiral que pese a ser lavada en los años 1989-1995, en la última década se retomaron por parte de pequeños mineros los trabajos obteniendo buenos resultados. De igual manera las terrazas aluviales del Río Caluguro en el sector de Bella María del Cantón Santa Rosa provincia del Oro donde aún se encuentran trabajos de explotación aluvial por pequeños mineros del sector. Otro de los referentes aluviales Estero Hondo localizado en el cantón La Maná provincia Cotopaxi que fue explotada por Odin Mining en la década de 1990 hasta el 2000 con trabajos a cielo abierto por parte de la compañía citada, sin embargo en la actualidad se desarrollan trabajos de tipo artesanal en diferentes propiedades del sector pero de manera subterránea pese a ser gravas aluviales, esto se debe a que los valores de mineral se encuentran a profundidades mayores a 20 m y la potencia de dichas gravas es de 0,5 a 1,0 m. De mucha

importancia son los aluviales del norte del país como los ubicados en Esmeraldas en los ríos Santiago y Cachaví. Las terrazas aluviales del río Napo en los sectores de Puerto Napo cerca del Tena. Los aluviales formados por el río Nambija cerca a la desembocadura al río Zamora y los diversos sitios de interés en la terrazas formadas por el mismo en todo su recorrido. De alto interés también son las gravas del río Catamayo en la provincia de Loja que vienen siendo explotadas desde hace más de 40 años en diferentes magnitudes. Las terrazas aluviales del río Bomboiza en el cantón Gualaquiza provincia de Morona Santiago en las que se han ejecutado trabajos de tipo artesanal y de pequeña minería a finales del siglo pasado, en la actualidad hay varios proyectos para desarrollar pequeña y mediana minería en el sector.

El área minera motivo de estudio es LA MISIONERA ubicada en la provincia de Morona Santiago, cantón Gualaquiza, sector de Bomboiza, (código 2363) tiene extensión de 1250 hectáreas minería legalmente autorizada, la concesión ha cumplido con todas las condiciones de la Ley Minera y Regulaciones de la República de Ecuador. La Misionera perteneciente a Antemin, CIA, LTDA. La Misionera es la primera Concesión aluvial en el país entero que ha cumplido con las normativas actuales para tener las aprobaciones críticas requeridas por el Ministerio de Ambiente del Plan de Dirección Medioambiental y el SENAGUA, por lo tanto tiene a su favor la autorización para etapa de exploración y explotación simultánea. Cuenta con los respectivos Título Minero, Calificación de Sujeto Minero, Certificado de Vigencia, Calificación de Pequeña Minera, Aprobación EIA, y Aprobación SENAGUA).

La Misionera se propone hacer minería aluvial a cielo abierto en las terrazas del Río de Bomboiza, que se considera desde tiempos memorables como sitios ricos en minerales en toda la longitud del valle donde se ha minado a mano por los incas y desde la conquista por Los españoles hasta la presente.

Los trabajos exploratorios se ejecutaron hace 20 años los que arrojaron valores de interés y que fueron comprobados con trabajos durante el mes de mayo del presente año con un tenor de 0,2 gr/m³ en promedio.

3.1. OBJETIVOS

3.1.1. General

- Diseñar e implementar un sistema para la explotación de la terraza aluvial del sector BB SPA del Área Minera “La Misionera” Código 2363.

3.1.2. Específicos.

- Diseño de la explotación basado en el levantamiento topográfico, planimétrico y geológico.
- Desarrollar organizadamente las labores mineras para preparación de las terrazas de explotación.
- Implementación del Sistema de Explotación con responsabilidad ambiental y seguridad minera.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Topografía

Es el conjunto de principios, métodos, instrumentos y procedimientos utilizados para la determinación del entorno, dimensiones y posición relativa de una porción limitada de la superficie terrestre. (Domingues, 1979).

Otro concepto que explica (Buckner, 1983) en su libro Topografía mediciones y su análisis “Es la ciencia y el arte de realizar las mediciones necesarias para determinar la posición relativa de puntos sobre la superficie terrestre”

4.1.1. Geodesia

Según el Instituto Geográfico Militar, la geodesia es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. Esto incluye la determinación del campo gravitatorio externo de la tierra y la superficie del fondo oceánico. Dentro de esta definición, se incluye también la orientación y posición de la tierra en el espacio.

Una parte fundamental de la geodesia es la determinación de la posición de puntos sobre la superficie terrestre mediante coordenadas (latitud, longitud, altura). La materialización de estos puntos sobre el terreno constituyen las redes geodésicas, conformadas por una serie de puntos (vértices geodésicos o también señales de nivelación), con coordenadas que configuran la base de la cartografía de un país, por lo que también se dice que es "la infraestructura de las infraestructuras".

Los fundamentos físicos y matemáticos necesarios para su obtención, sitúan a la geodesia como una ciencia básica para otras disciplinas, como la topografía, fotogrametría, cartografía, ingeniería civil, navegación, sistemas de información geográfica, sin olvidar otros tipos de fines como los militares.

Desde el punto de vista del objetivo de estudio, se puede establecer una división de la geodesia en diferentes especialidades, aunque cualquier trabajo geodésico requiere la intervención de varias de estas subdivisiones:

- Geodesia geométrica: determinación de la forma y dimensiones de la Tierra en su aspecto geométrico, lo cual incluye fundamentalmente la determinación de coordenadas de puntos en su superficie.
- Geodesia física: estudio del campo gravitatorio de la Tierra y sus variaciones, mareas (oceánicas y terrestres) y su relación con el concepto de altitud.
- Astronomía geodésica: determinación de coordenadas en la superficie terrestre a partir de mediciones a los astros.
- Geodesia espacial: determinación de coordenadas a partir de mediciones efectuadas a satélites artificiales (GNSS, VLBI, SLR, DORIS) y relación con la definición de sistemas de referencia.
- Microgeodesia: medida de deformaciones en estructuras de obra civil o pequeñas extensiones de terreno mediante técnicas geodésicas de alta precisión.

4.1.2. Taquimetría

La Taquimetría es un medio de medición rápida que no ostenta demasiada precisión con respecto a otros métodos. La misma nos permite medir indirectamente distancias horizontales y diferencias de nivel y se lo suele usar cuando no se necesita demasiada precisión o si las condiciones del terreno a medir hacen complejo y poco preciso el empleo de la cinta métrica.

Cabe destacar, que el taquímetro es un instrumentos símil al teodolito y que se emplea para medir los ángulos y las distancias al mismo tiempo y que el teodolito, por su lado, es un instrumento de medición mecánico óptico de corte universal que se emplea para

medir ángulos verticales y horizontales, siendo en estos últimos donde logra una precisión destacada; y si emplea herramientas auxiliares hasta puede medir distancias y desniveles de terreno. Es portátil y manual y el teodolito que se emplea por estos tiempos consiste en un telescopio montado sobre un trípode y con dos círculos graduados, uno horizontal y otro vertical, con los cuales se medirán los ángulos con la ayuda de unas lentes.

Existen diversos tipos de taquimetría: la taquimetría corriente de mira vertical, la taquimetría tangencial de mira vertical y la taquimetría de mira horizontal.

4.2. Geología

La Geología es una de las ciencias más modernas, es por definición la ciencia de la tierra y como tal, estudia su composición, su estructura y los fenómenos que se producen y se han producido en ella desde la hora cero de los tiempos geológicos hasta nuestros días, es una ciencia poco independiente, su desarrollo va estrechamente unido al de la astronomía, la física, la química, la biología y otras ciencias” (Ortiz, 2002) .

La palabra "Geología" fue utilizada por primera vez en 1778 por Jean-André Deluc. Se deriva del griego " Geo", que significa "tierra" y "Logos", que significa "tratado". Es la ciencia de la tierra que estudia su formación, de que está hecha, su historia y los cambios que han tenido lugar sobre ella y en ella.

Otro concepto es expuesto por (Bemmelen, 1961) en su libro “El carácter científico de la Geología” la define como: “Una ciencia histórica y difiere de la Física, de la Química y de la Biología en que son ilimitadas sus posibilidades para experimentar”. (Bemmelen, 1961).

4.2.1. Roca

En geología se le denomina roca a la asociación de uno o varios minerales, natural, inorgánica, heterogénea, de composición química variable, sin forma geométrica determinada, como resultado de un proceso geológico definido.

Las rocas están sometidas a continuos cambios por las acciones de los agentes geológicos, según un ciclo cerrado, llamado ciclo litológico o ciclo de las rocas, en el cual intervienen incluso los seres vivos.

Las rocas están constituidas, en general, por mezclas heterogéneas de diversos materiales homogéneos y cristalinos, es decir, minerales. Las rocas poliminerálicas están formadas por granos o cristales de varias especies mineralógicas y las rocas monominerálicas están constituidas por granos o cristales de un mismo mineral. Las rocas suelen ser materiales duros, pero también pueden ser blandas, como ocurre en el caso de las rocas arcillosas o arenosas.

En la composición de una roca pueden diferenciarse dos categorías de minerales:

1. Minerales esenciales o minerales formadores de roca – Son los minerales que caracterizan la composición de una determinada roca, los más abundantes en ella. Por ejemplo, el granito siempre contiene cuarzo, feldespato y mica.
2. Minerales accesorios – Son minerales que aparecen en pequeña proporción (menos del 5 % del volumen total de la roca) y que en algunos casos pueden estar ausentes sin que cambien las características de la roca de la que forman parte. Por ejemplo, el granito puede contener zircón y apatito.

Tipos de rocas

Las rocas se pueden clasificar atendiendo a sus propiedades, como la composición química, la textura, la permeabilidad, entre otras. En cualquier caso, el criterio más

usado es el origen, es decir, el mecanismo de su formación. De acuerdo con este criterio se clasifican en ígneas (o magmáticas), sedimentarias y metamórficas, aunque puede considerarse aparte una clase de rocas de alteración, que se estudian a veces entre las sedimentarias.

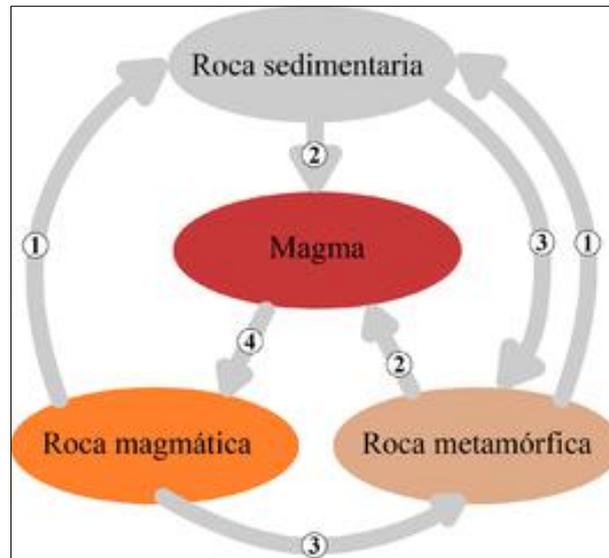


Figura 1: Formación de las rocas: 1- erosión, transporte, sedimentación y diagénesis; 2- fusión; 3- presión y temperatura; 4- enfriamiento.
Fuente: Blatt, Harvey; Tracy, Robert J. (1996)

- **Rocas ígneas**

Se forman gracias a la solidificación del magma, una masa mineral fundida que incluye volátiles y gases disueltos. (Blatt & Tracy, 1996). El proceso es lento, cuando ocurre en las profundidades de la corteza, o más rápido, si acaece en la superficie. El resultado en el primer caso son rocas plutónicas o intrusivas, formadas por cristales gruesos y reconocibles, o rocas volcánicas o extrusivas, cuando el magma llega a la superficie, convertido en lava por desgasificación.

Las rocas magmáticas intrusivas son las más abundantes, forman la totalidad del manto y las partes profundas de la corteza. Son las rocas primarias, el punto de partida para la existencia en la corteza de otras rocas.

Dependiendo de la composición del magma de partida, más o menos rico en sílice (SiO_2), se clasifican en ultramáficas (ultrabásicas), máficas (básicas), intermedias y

félsicas (ácidas), siendo estas últimas las más ricas en sílice. En general son más ácidas las más superficiales.

Las estructuras originales de las rocas ígneas son los plutones, formas masivas originadas a gran profundidad, los diques, constituidos en el subsuelo como rellenos de grietas, y coladas volcánicas, mantos de lava enfriada en la superficie. Un caso especial es el de los depósitos piroclásticos, formados por la caída de bombas volcánicas, cenizas y otros materiales arrojados al aire por erupciones más o menos explosivas. Los conos volcánicos se forman con estos materiales, a veces alternando con coladas de lava solidificada (conos estratificados).

- **Rocas sedimentarias**

Los procesos geológicos que operan en la superficie terrestre originan cambios en el relieve topográfico que son imperceptibles cuando se estudian a escala humana, pero que alcanzan magnitudes considerables cuando se consideran períodos de decenas de miles o millones de años. Así, por ejemplo, el relieve de una montaña desaparecerá inevitablemente como consecuencia de la meteorización y la erosión de las rocas que afloran en superficie. En realidad, la historia de una roca sedimentaria comienza con la alteración y la destrucción de rocas preexistentes, dando lugar a los productos de la meteorización, que pueden depositarse in situ, es decir, en el mismo lugar donde se originan, formando los depósitos residuales, aunque el caso más frecuente es que estos materiales sean transportados por el agua de los ríos, el hielo, el viento o en corrientes oceánicas hacia zonas más o menos alejadas del área de origen. Estos materiales, finalmente, se acumulan en las cuencas sedimentarias formando los sedimentos que, una vez consolidados, originan las rocas sedimentarias.

Se constituyen por diagénesis (compactación y cementación) de los sedimentos, materiales procedentes de la alteración en superficie de otras rocas, que posteriormente son transportados y depositados por el agua, el hielo y el viento, con ayuda de la gravedad o por precipitación desde disoluciones. (Blatt & Tracy, 1996). También se clasifican como sedimentarios los depósitos de materiales organógenos, formados por

seres vivos, como los arrecifes de coral, los estratos de carbón o los depósitos de petróleo. Las rocas sedimentarias son las que típicamente presentan fósiles, restos de seres vivos, aunque éstos pueden observarse también en algunas rocas metamórficas de origen sedimentario.

Las rocas sedimentarias se forman en las cuencas de sedimentación, las concavidades del terreno a donde los materiales arrastrados por la erosión son conducidos con ayuda de la gravedad. Las estructuras originales de las rocas sedimentarias se llaman estratos, capas formadas por depósito, que constituyen formaciones a veces de gran potencia (espesor).

- **Rocas metamórficas**

En sentido estricto es metamórfica cualquier roca que se ha producido por la evolución de otra anterior al quedar está sometida a un ambiente energéticamente muy distinto de su formación, mucho más caliente o más frío, o a una presión muy diferente. Cuando esto ocurre la roca tiende a evolucionar hasta alcanzar características que la hagan estable bajo esas nuevas condiciones. Lo más común es el metamorfismo progresivo, el que se da cuando la roca es sometida a calor o presión mayores, aunque sin llegar a fundirse (porque entonces entramos en el terreno del magmatismo); pero también existe un concepto de metamorfismo regresivo, cuando una roca evolucionada a gran profundidad bajo condiciones de elevada temperatura y presión pasa a encontrarse en la superficie, o cerca de ella, donde es inestable y evoluciona a poco que algún factor desencadene el proceso.

Las rocas metamórficas abundan en zonas profundas de la corteza, por encima del zócalo magmático. Tienden a distribuirse clasificadas en zonas, distintas por el grado de metamorfismo alcanzado, según la influencia del factor implicado. Por ejemplo, cuando la causa es el calor liberado por una bolsa de magma, las rocas forman una aureola con zonas concéntricas alrededor del plutón magmático. Muchas rocas metamórficas muestran los efectos de presiones dirigidas, que hacen evolucionar los minerales a otros

laminares, y toman un aspecto laminar. Ejemplos de rocas metamórficas, son las pizarras, los mármoles o las cuarcitas.

4.2.2. Mineral

Se llama **mineral** a la sustancia natural, homogénea, inorgánica, de composición química definida (dentro de ciertos límites). Posee una disposición ordenada de átomos de los elementos de que está compuesto, y esto da como resultado el desarrollo de superficies planas, conocidas como caras. Si el mineral ha crecido sin interferencias, pueden generarse formas geométricas.



Figura 2. Muestras de un coleccionista de minerales
Fuente: Blatt, Harvey; Tracy, Robert J. (1996)

4.2.3. Formación Geológica

Una formación o formación geológica es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes. Es la principal unidad de división litoestratigráfica. Pueden asociarse en unidades mayores (grupos), subdividirse (miembros) o diferenciarse unidades menores significativas (capas). La disciplina geológica que se ocupa de las unidades litoestratigráficas es la Estratigrafía.

Según la Comisión Internacional de Estratigrafía, el conjunto de rocas sedimentarias de la corteza terrestre debería estar completamente definido mediante formaciones, mientras que no sería obligatorio hacerlo con otros tipos de unidades litoestratigráficas.

(Vera Torres, 1994). No hay un límite de espesor para poder establecer una formación, pero las normas internacionales indican que, al menos, han de ser representables en un mapa geológico —usualmente de escala 1:50 000 a 1:25 000.

El término «formación» suele usarse también informalmente para designar conjuntos de rocas o estructuras geológicas que comparten determinadas características, como «formación arrecifal» (atendiendo al origen), «formación siliciclástica» (atendiendo a la composición), «formación de estalactitas» (para describir un conjunto homogéneo de estructuras), etc.

4.3. Yacimiento Mineral

Parte de la corteza terrestre, en la cual debido a procesos geológicos, ha habido una acumulación de materia prima mineral, la cual por sus características de cantidad, calidad y condiciones de depósito es redituable su explotación. Entendiendo por materias primas minerales a las sustancias que se extraen de la corteza terrestre para aprovechar sus propiedades físicas o químicas. Esta definición comprende todos los minerales y rocas utilizados por el hombre y los elementos y compuestos que se extraen de ellos.

4.3.1. Evaluación de un Yacimiento

Es la apreciación económica resultante de una serie de factores cualitativos e informaciones adquiridas en base a las diferentes técnicas geológicas mineras. En la evaluación intervienen tres factores:

- a- La suma que la mina ganaría cada año.
- b- El número de años que continuará produciendo.
- c- El valor presente de esas ganancias futuras.

4.3.2. Cubicación de Yacimientos

Cálculo de cantidad de mineral útil medido en la mina, por técnicas geométricas y geoestadísticas utilizando medios de investigación subterráneos como laboreos y/o perforaciones. En la cubicación de un yacimiento se

Consideran tres conceptos:

- a. mineral probado, o sea aquel que su masa sea mensurable desde tres lados.
- b. mineral probable: Cuando se puede considerar dos lados.
- c. mineral posible: si se observa de un solo lado.

4.3.3. Mineral Aluvial

Material detrítico, transportado por un río y depositado, casi siempre temporalmente, en puntos a lo largo de su llanura de inundación. Están normalmente compuestos por arenas y gravas (terracea fluvial, rejuvenecimiento, depósitos coluviales, depósitos eluviales). Muchos yacimientos de minerales importantes, por ejemplo: oro, platino, diamantes, casiterita, se encuentran localmente concentrados en depósitos aluviales (placeres aluviales). (Castro Soto, 2012).

4.3.4. Placer aluvial

El vocablo “placer”, es un término que utilizaron los mineros españoles en América para caracterizar los depósitos auríferos acumulados en arenas, gravas y en el lecho vivo de los ríos.

(Slingerland, 1986), definen los placeres como “un depósito de minerales en grano, detríticos o residuales, de valor económico, que han sido concentrados por agentes mecánicos”. (Slingerland, 1986).

En una acepción más amplia, podemos definir los depósitos de tipo placer como: “La acumulación económica de minerales de alta resistencia físico-química procedentes de la desmantelación de yacimientos, de zonas pre-enriquecidas, de desechos antrópicos o de todo el conjunto a la vez, cuyo vector de concentración ha sido la actividad de los agentes de transporte exógenos tales como el agua, el hielo y el viento”.

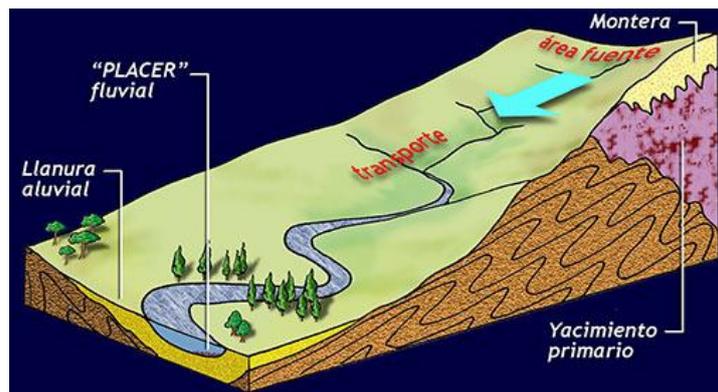


Figura 3. Placer aluvial
Fuente: Castro Soto Gustavo 2012

Los placeres suelen ser partículas minerales que se mezclan con arena y grava, y que generalmente se encuentran en los lechos de ríos, ya que la mayoría de estas minas son propias de ríos actuales o de ríos fósiles. En este campo entran también los glaciales y los sedimentos de los lechos marinos.

En estas minas se pueden encontrar varios metales como oro, platino, estaño, gemas como diamantes, rubíes. También se pueden encontrar aluviones que procesándoles de una manera física se pueden extraer arena, grava, limo o arcilla.

4.3.4.1. Prospección

En la prospección se quiere lograr un reconocimiento general del área de interés, localizar una anomalía con las propiedades de un depósito mineral y reducir su tamaño. La prospección está enfocada en la búsqueda de las menas ubicadas relativamente cerca con respecto a la superficie aplicando los métodos directos e indirectos de prospección. Para la localización de un depósito mineral se aplica las fotos aéreas y las imágenes de satélite del área en cuestión, la topografía y los mapas estructurales correspondientes.

Directamente se levanta y analiza los afloramientos de un depósito mineral y/o las rocas meteorizadas y/o alteradas, que pueden originar de un yacimiento mineral. En casos más complejos se lleva a cabo un levantamiento de la geología del área de interés como de las formaciones geológicas, de sus dimensiones y de su estructura. Se toma distintos tipos de muestras (método indirecto) como del agua de río, del suelo, de plantas o de rocas y se aplica en ellas los análisis del laboratorio adecuados como los análisis químicos en muestras de agua, los análisis petrográficos (por un micropolariscopio) y geoquímico (por ejemplo el análisis de fluorescencia de rayos X o el análisis por la espectrometría de absorción atómica) en muestras de rocas por ejemplo para obtener informaciones acerca de la calidad, la cantidad y la distribución de los elementos y/o los minerales de interés y acerca de la génesis de la mineralización. Estos métodos también pueden dar resultados en el caso de depósitos minerales descubiertos por ejemplo por una capa de aluviones. (Atacama).

4.3.4.2. Exploración

La exploración está enfocada en un reconocimiento detallado del depósito mineral descubierto en la fase de prospección. Se delinear las dimensiones exactas y el enriquecimiento del depósito mineral principalmente por medio de los mismos métodos aplicados en la prospección, pero en un área reducida y claramente definida. Se realizan sondeos y mediciones geológicas y geofísicas en los pozos generados (borehole-logs). Se toman muestras representativas (esquirlas de la superficie, a lo largo de excavaciones, túneles o de perforaciones, rocas compactas) a través de una red de muestreo con espaciamiento mucho más angosta como aquel establecido en la prospección y se las analizan. Los métodos de exploración se aplican en la superficie y en el subterráneo. (Atacama).

- **Exploración inicial**

Dentro de la fase de exploración inicial se tienen: el levantamiento topográfico del área de interés con la localización de coordenadas y replanteo de datos, apertura de trochas en zonas de montaña, obtención de la geología de los lugares, construcción y

mantenimiento de vías de acceso de ser el caso, construcción de campamentos fijos y de avanzada, transporte de equipos mecánicos pesados para perforación de manera manual.

- **Exploración avanzada**

En la exploración avanzada se procede a perforar y extraer muestras o testigos de roca, que son transportadas en cajas de madera, para que sean analizadas dentro del proceso definido como “**logeio**” que consiste en: registro y corte de los testigos o muestras, mediante el uso de sierras Circulares con incrustaciones de diamantes, así como la clasificación, identificación, etiquetamiento y almacenamiento, también se hacen pruebas químicas en el laboratorio, finalmente pasa por el proceso de registro electrónico de toda la información.

4.3.4.3. Evaluación económica

La fase de exploración se termina con un estudio de factibilidad ('feasibility study') en base del conjunto de datos obtenidos en las dos fases. A partir del estudio de factibilidad se puede decidir si se continuará con el desarrollo y la explotación del depósito mineral o si se abandonará este proyecto.

La evaluación económica tiene por objeto identificar los resultados de la inversión independientemente de la fuente de financiación. Examina si el proyecto por sí mismo genera rentabilidad y cuantifica la inversión, costos y gastos a precios de mercado sin distinguir si son fondos propios o de terceros, por lo tanto no toma en cuenta el origen de los recursos monetarios y los costos financieros. (Husillos Rodríguez).

La economía del suministro mineral involucra los costos, riesgos y ganancias del proceso de tres fases. Dado que el centro del proceso lo constituyen los depósitos minerales la economía del proceso de suministro puede medirse por la relación entre los gastos de exploración requeridos para encontrar y delinear un yacimiento y la ganancia neta asociada con su posterior desarrollo y producción.

La estimación de costos, riesgos y ganancias del suministro mineral se aplican para determinar lo atractivo del proceso como para invertir dinero. Los criterios económicos pueden subdividirse convenientemente en consideraciones de largo y corto plazo. Lo atractivo en el largo plazo se determina usando medidas de valor esperado. Los problemas de corto plazo asociados con el cumplimiento de expectativas se estiman por criterios de riesgo.

4.3.4.4. Reservas

Las reservas minerales son recursos de los cuales se sabe que son económicamente factibles de ser extraídos. Una vez identificado el yacimiento, se procede a determinar el volumen de mineral que se podría obtener del mismo. A esto se le denomina reservas y son generalmente clasificadas en:

- **Reservas probadas.-** Volumen de mineral que se calcula usando como base los resultados obtenidos de los trabajos de muestreo y sondajes. Los estudios permiten establecer matemáticamente la geometría de la reserva, su volumen y la ley del mineral, por lo que se indica que se tiene certeza de su continuidad.
- **Reservas probables.-** Volumen de mineral que se calcula en base a información menos exhaustiva que en el caso de las reservas probadas. Tanto la geometría, como el volumen de mineral y la ley han sido inferidos a partir de estudios preliminares, por lo que se indica que existe riesgo de discontinuidad.
- **Reservas Posibles.-** Finalmente, las reservas posibles son aún más dudosas y fruto de cálculos extremadamente optimistas, a tal punto que su existencia es más cuestionable, la probabilidad de que la suma de reservas probadas más probables más posibles sea del tamaño que se plantea es de sólo el 10%.

4.3.4.5. Tenor – Ley

Es el grado concentración que presenta el elemento químico de interés minero en el yacimiento. Se expresa como tantos por ciento, o como gramos por tonelada (g/t) (equivale a partes por millón, ppm) u onzas por tonelada (oz/t). (Castro Soto, 2012).

- **Ley de corte.-** Es la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser explotable, es decir, la concentración que hace posible pagar los costes de su extracción, tratamiento y comercialización. Es un factor que depende a su vez de otros factores, que pueden no tener nada que ver con la naturaleza del yacimiento, como por ejemplo pueden ser su proximidad o lejanía a vías de transporte, avances tecnológicos en la extracción. (Castro Soto, 2012).
- **Ley de cabeza.-** Es el contenido de mineral en las gravas que son alimentadas a la planta de beneficio.
- **Ley de colas.-** Contenido de mineral que no ha sido retenida durante el proceso de beneficio, es importante el control de dicha ley ya que es un referente para adecuar los equipos de beneficio y con ello tratar de bajar la ley de colas a cero. Cruzando Fronteras: Tendencias de Contabilidad Directiva para el Siglo XX.
- **Ley o grado.-** De un yacimiento, es a su vez un factor que influye sobre el coeficiente económico de destape pues resulta fácil advertir que, cuando mayor sea la ley, menor será el valor por tonelada de mineral. La ley de un yacimiento se puede expresar como la relación en % de contenido fino si se trata de minerales metalíferos, y en gramos por toneladas, cuando se trata de metales preciosos.
- **Bullión o doré.-** Aleación de oro, plata y otros metales que es la resultante de la primera fusión luego de la concentración y de la cual se separan los metales preciosos por fusión y electrólisis.

- **Lingote.-** Barras de metales refinados a los tamaños que el mercadeo exige para su venta.

4.3.4.6. Recuperación de los metales

Porcentajes de metales comerciales que se obtienen del volumen total de toneladas procesadas.

4.3.4.7. Valoración y tasación del proyecto minero

Cuidadoso estudio de costos y mercados. Análisis de la capacidad rentable del yacimiento y en función de ello, control del monto de las inversiones.

- **Rentabilidad de minas.-** Depende en general de los siguientes factores:
 - a. Cubicación del mineral
 - b. Costos de extracción
 - c. Capital a invertir
 - d. Tasa de interés con que se ha de remunerar el capital
 - e. Precio de costo (incluidas las cargas del capital.
- **Concentrado.-** Producto originado en la planta procesadora de los metales y se expresa en un tanto por ciento de los elementos útiles luego del proceso.
- **Castigo.-** Tasa de descuento en la cotización del mineral que se aplica cuando el porcentaje de impurezas del concentrado supera el límite de tolerancia.
- **Beneficio.-** Proceso de fusión de minerales, concentrados o precipitados de éstos, con el objeto de separar el producto metálico que se desea obtener, de otros minerales que los acompañan.

- **Fundición.-** Proceso de fusión de minerales, concentrados o precipitados de éstos, con el objeto de separar el producto metálico que se desea obtener, de otros minerales que los acompañan.
- **Refinación.-** Proceso destinado a separar las sustancias consideradas impurezas, de un producto metálico obtenido por fundición o lixiviación, de la sustancia o metal que se desea obtener, ya sea mediante fundición o por un proceso electroquímico.

4.3.4.8. Vida probable de la mina

La misma está en función de las reservas de mineral y de la rapidez con que éstas van a ser extraídas.

4.4. Diseños de Explotación

Existen tipos de yacimientos como el aluvial, filoniano o el diseminado, que de acuerdo con su ambiente geológico dan lugar a varios sistemas de explotación. Hay yacimientos profundos, cercanos a la superficie o superficiales que son objeto de explotaciones diferentes, con menores o mayores inversiones en equipos y recursos.

Existen tres sistemas de explotación:

- ✓ Sistema de tambores o realces paralelos (Filón – Subterráneo)
- ✓ Sistema de terrazas aluviales (Aluvión- Superficie)
- ✓ Sistema de apiques (Aluvión- Superficie)

4.4.1. Sistema de explotación en placeres o terrazas aluviales

Siendo el agua un elemento erosionador y de transporte, es fácil imaginar las cuencas fluviales con toda su estructura de caudal, pendientes y meandros como una gran planta de beneficio con lavaderos y separadores gravimétricos. Se originan los placeres como depósitos de material con minerales valiosos y cuando la dinámica fluvial se desplaza

de cauce, se forman capas remanentes que se pueden explotar por terrazas en el cauce o fuera de él, en superficie u ocasionalmente bajo tierra.

El sistema de minería se reduce entonces a la recuperación del material depositado, por medio de dragas, retroexcavadoras y monitores en la superficie, dando lugar a sistemas varios de grande, mediana y pequeña minería.

- **Explotación por dragas**

Por el inmenso movimiento de tierra que permiten realizar estos equipos, las dragas de cucharas se adaptan para el arranque de aluviones con tenores bajos en la minería del oro (0.1 a 0.2 gr/m³). Las dragas tipo Juba pueden mover más de 500 000 Yds³ al mes e inmediatamente procesar el material, lavado, clasificado y concentrado el mineral a través de canalones, pulsadores hidráulicos (Jigs) y mesas de amalgamación con planchas de cobre. Aunque las dragas de cuchara no son propiamente objeto de la pequeña minería, se presenta un esquema en la **Figura 4**.

La mediana minería utiliza ocasionalmente dragas de cuchara de menor capacidad (aproximadamente 3 000 m³/día), pero restringe su campo de acción a equipos que se adapten más a este tipo de minería. Las dragas de succión, se tratan de bombas de aspiración cuyas mangueras de entrada (6" a 8") son manejadas por buzos que trabajan a profundidades máximas de 5 a 10 m y que pueden succionar hasta 25m³/h de material para ser tratados en un canalón provisto de trampas y cribas que retienen y separan. (Minas).

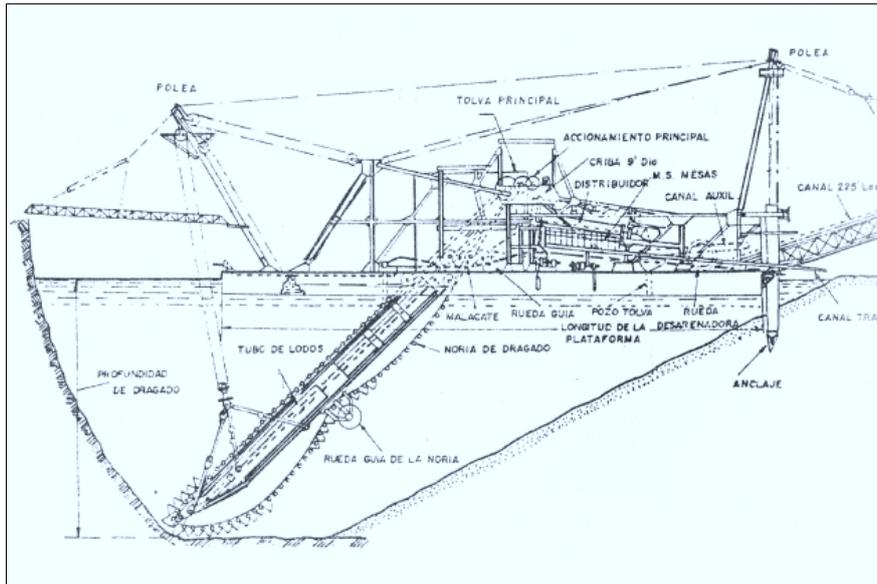


Figura 4. Esquema de dragado tipo Yuba

Fuente: Ministerio de Minas - Colombia "Métodos de explotación Minera – Vetas y Aluvión.

- **Explotación por Motobomba – Monitor - Elevador o por Buldozer cargador – Volqueta**

Los sistemas de extracción de aluviones son tradicionales y de fácil comprensión. Donde no existen las dragas con canalones para el tratamiento directo de las arenas de aluvión, se instala un canalón de 20-30 m a continuación de las tolvas que reciben el material de la mina o como etapa final de tuberías que arrastran por vía húmeda una corriente de arena, piedras y metal. El canalón provisto de rifles y trampas es el punto central y crítico del proceso.

La extracción de las terrazas aluviales se maneja, bien sea, por vía seca arrancando el material con el bulldozer y explosivos, cargándolo con palas y transportándolo con volquetas, o por vía húmeda utilizando los monitores para el arranque y las motobombas y elevadores para salvar diferencias de nivel y elevar por tubería el material al canalón de beneficio.

La complejidad de este sistema es su realización a medias. Cualquier sistema que sea "racial" incluye algunos pasos que son de estricto cumplimiento y que son parte del sistema de extracción. Estos pasos van dirigidos al tratamiento de estéril durante y luego del proceso de recuperación. Los canalones que retienen el oro, pero que botan oro y

estéril, al río contaminando, están trabajando en un sistema a medias. El estéril que no es del río, no tiene por qué ir a alterar el cauce.

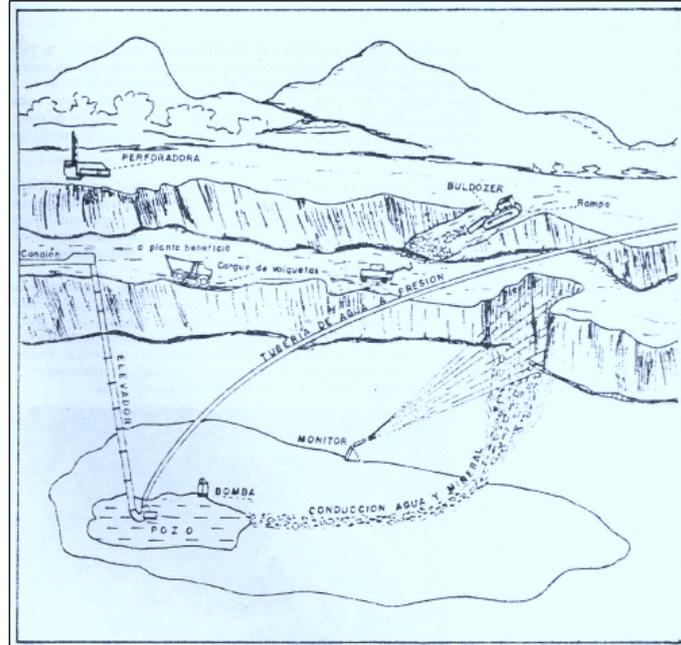


Figura 5. Sistema de terrazas – Minería de aluvión.
Fuente: Ministerio de Minas - Colombia “Métodos de explotación Minera – Vetas y Aluvión.”

4.4.2. Desbroce, Destape y Explotación minera

- **Desbroce de la vegetación.-** Delimitada el área de trabajo se procede al desbroce de la vegetación en el frente de extracción, lo cual consiste en retirar la cobertura vegetal de bosque secundario del área no explotada. Dicha actividad se lo realiza con la ayuda excavadora.

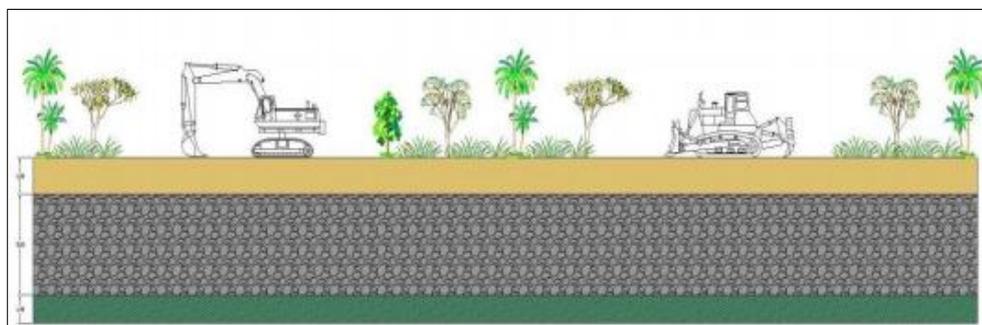


Figura 6. Esquema de labores de desbroce.
Fuente: Tesis - Lucero Robles Gabriela 2014. “Optimización de los procesos de extracción de grava aurífera y proceso de lavado del frente “El Porvenir” en el Proyecto Río Santiago, Empresa Nacional Minera.”

- **Destape del frente de trabajo.-** El destape de la superficie a minar, consiste en la remoción de la sobrecarga que generalmente está conformada por una capa de arcilla, y en ciertos casos grava con contenido aurífero de baja ley.

En esta labor los materiales se colocan al borde del bloque a minarse en un sitio denominado escombrera temporal de sobrecarga y se cubren con geo membrana para evitar pérdidas por escorrentía.

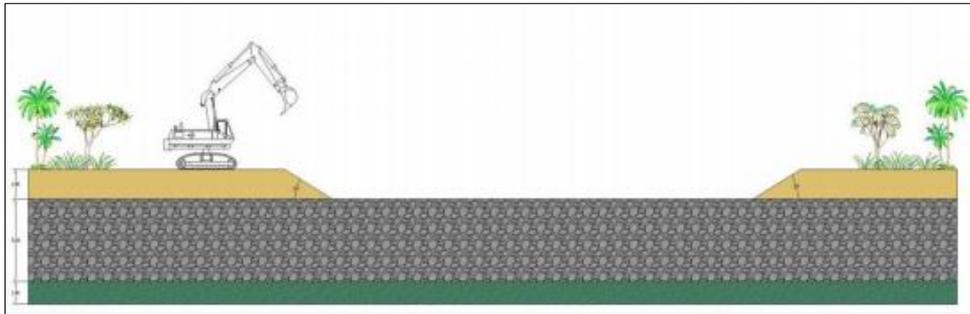


Figura 7. Esquema de labores de destape de sobrecarga.

Fuente: Tesis - Lucero Robles Gabriela 2014. "Optimización de los procesos de extracción de grava aurífera y proceso de lavado del frente "El Porvenir" en el Proyecto Río Santiago, Empresa Nacional Minera

4.4.3. Explotación Minera

- **Extracción de la Grava Aurífera.-** Se arranca la grava por medio de un sistema de banqueo desde la parte superior mediante trincheras de corte, extrayendo la grava de forma sistemática hasta llegar al bedrock en bancos descendentes. Dichas trincheras además ayudan al drenaje por gravedad del agua del nivel freático, de cierta forma que en un extremo de la trinchera se construye un pozo que capta el agua drenada que se evacúa con una bomba de succión de 6 pulgadas.

Considerando la potencia del banco se sitúa una excavadora en el techo del banco que conformará las trincheras de corte de aproximadamente 5m de ancho y 5m de profundidad, hasta el bedrock del cual se extrae alrededor de 20 centímetros de "barrido" para evitar pérdidas auríferas ya que la mayor concentración se deposita en el contacto de la grava aurífera con el bedrock, y del largo del bloque conforme avanza la explotación en franjas

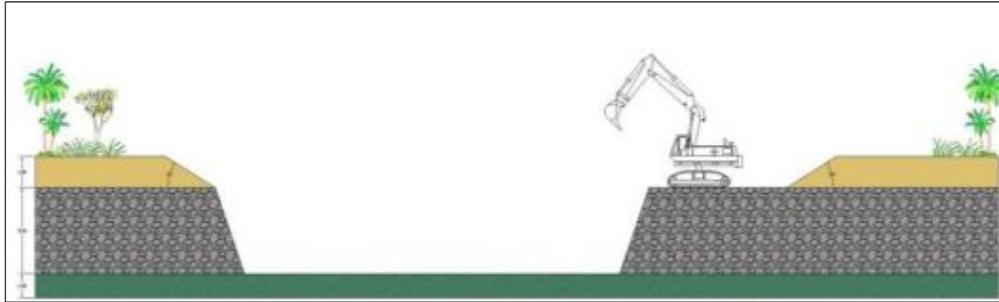


Figura 8. Esquema de extracción de la grava aurífera

Fuente: Tesis - Lucero Robles Gabriela 2014. "Optimización de los procesos de extracción de grava aurífera y proceso de lavado del frente "El Porvenir" en el Proyecto Río Santiago, Empresa Nacional Minera

4.5. Estabilización de Taludes

4.5.1. Talud

Se conoce con el nombre genérico de taludes cualesquiera superficies inclinadas respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las masas de tierras. Se puede definir taludes como: Son las obras, normalmente de tierra, que se construyen a ambos lados de la vía ó en excavaciones de un terraplén con una inclinación tal que garanticen la estabilidad de la obra.

4.5.2. Estabilidad

La estabilidad de los taludes en una explotación a cielo abierto no solamente es un aspecto de fundamental importancia, sino que es una de las claves de la viabilidad del proyecto, su seguridad y su rentabilidad. Es por ello que debe ser analizada desde las etapas iniciales del proyecto, ser comprobada y seguida con los datos obtenidos durante la explotación.

4.6. Responsabilidad Minera

4.6.1. Responsabilidad Ambiental Minera

La responsabilidad ambiental incluye el cuidado y gestión de un producto minero durante su ciclo de vida, que abarca la exploración, extracción, procesado, refinado, fabricación, uso, recuperación, reciclado y eliminación de un producto mineral.

La responsabilidad ambiental requiere de un programa integral de acciones encaminadas a asegurar que todos los materiales, procesos, productos y servicios se gestionan a través de su ciclo de vida de una manera social y ambientalmente responsable. (Muñoz Andrés, 2006).

4.6.2. Seguridad e Higiene Minera

La seguridad y la higiene aplicadas a los centros de trabajo tiene como objetivo salvaguardar la vida y preservar la salud y la integridad física de los trabajadores por medio del dictado de normas encaminadas tanto a que les proporcionen las condiciones para el trabajo, como a capacitarlos y adiestrarlos para que se eviten, dentro de lo posible, las enfermedades y los accidentes laborales. La seguridad y la higiene minera son entonces el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos destinados a localizar, evaluar, controlar y prevenir las causas de los riesgos en el trabajo a que están expuestos los trabajadores en el ejercicio o con el motivo de su actividad laboral. Por tanto es importante establecer que la seguridad y la higiene son instrumentos de prevención de los riesgos y deben considerarse sinónimos por poseer la misma naturaleza y finalidad.

4.7. Sistema de Información Geográfica

(Burrough, 1986), en su libro Principios de Sistemas de información geográfica de Recursos de la Tierra y Evaluación define a los SIG como “Un conjunto de herramientas para reunir, introducir (al ordenador), almacenar, recuperar, transformar y

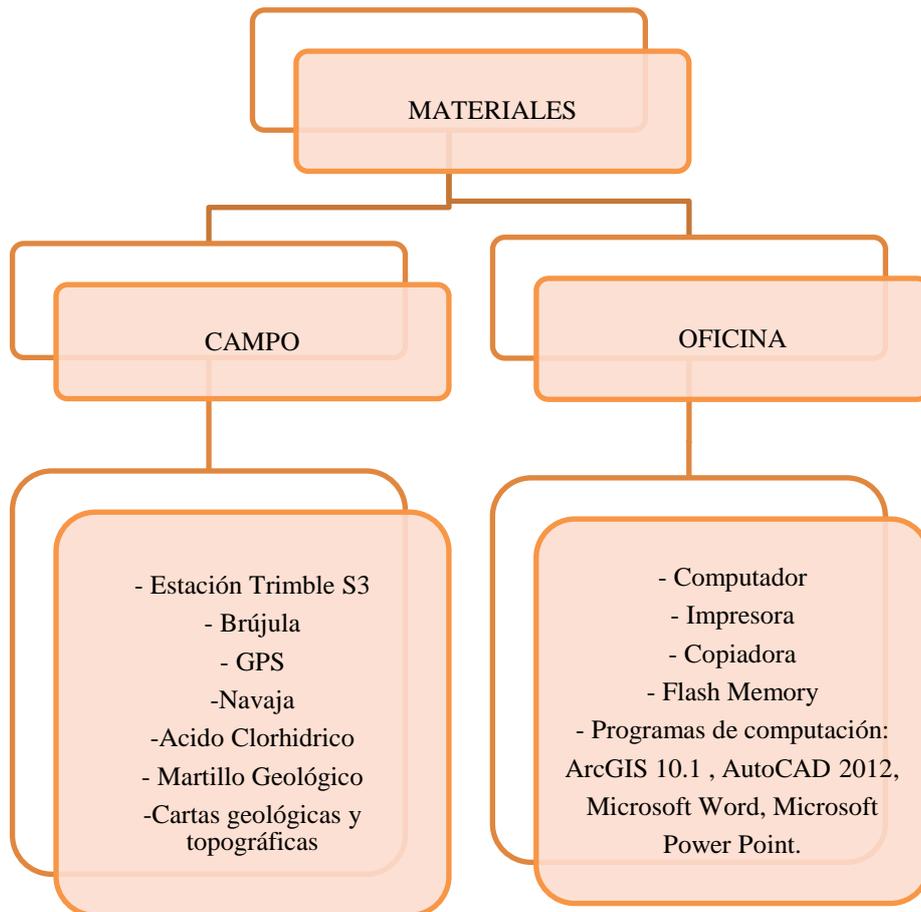
cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos”. (Burrough, 1986).

Para mayor comprensión otro concepto lo expresan Huxhold y Levinsohn, 2001 en su obra Sistemas de Información Geográfica “Los SIG son un conjunto de hardware, software, datos geográficos, personas y procedimientos; organizados para almacenar, actualizar, analizar y desplegar eficientemente rasgos de información referenciados geográficamente”. (Huxhold, 2001).

5. Materiales y Métodos.

5.1. Materiales

Los materiales que se necesitara disponer para cumplir con cada objetivo se detallan a continuación:



Cuadro 1. Esquema de materiales para el desarrollo del proyecto.
Fuente: Elaborado por el Autor.

5.2. Metodología

El método científico utilizado está basado en los preceptos de falseabilidad (indica que cualquier proposición de la ciencia debe resultar susceptible a ser falsada) y

reproducibilidad (un experimento tiene que poder repetirse en lugares indistintos y por un sujeto cualquiera).

Este método antes mencionado se aplicara en combinación del método experimental.

La metodología para realizar el presente trabajo de tesis se desarrollarán por objetivos específicos:

5.2.1. Levantamiento topográfico, planimétrico y geológico

5.2.1.1 Topografía.- Para iniciar el levantamiento se ubicó un punto de partida, en este caso un punto georeferencial del IGM con el código XXIV-L1-4 (2012), ubicado a 200 metros del primer vértice, cuya referencia es en la vía junto a una alcantarilla.



Figura 9. Punto de partida para el levantamiento del IGM.
Fuente: Fotografía del Autor

Con la ayuda de este punto se procedió a realiza el levantamiento topográfico a detalle del sector de estudio utilizando la estación Total Trimble S3, con la ayuda de prismas se toman puntos en vías, quebradas, infraestructuras, y rellenos, adicionalmente se colocan estaciones auxiliares para disminuir y corregir el error.

Una vez que se realizó el levantamiento se procede a descargar los datos al computador usando el software del equipo topográfico, el cual tiene la opción de convertir los datos a formato delimitado por comas. La información obtenida consiste en coordenadas en tres dimensiones (X, Y, Z).

Finalmente se genera el mapa topográfico, para lo cual se importa los datos al software ArcGIS 10.1 en donde se crea las curvas de nivel y se procede a dibujar.

5.2.1.2 Geología.-Tomando como base el mapa topográfico se procede a realizar la descripción geológica, a través de una observación directa del sector de estudio en afloramientos naturales y artificiales como; en vías, quebradas, calicatas y trincheras que permiten identificar los principales rasgos litológicos, con la ayuda de herramientas como: Carta Geológica, martillo geológico, brújula estructural, GPS, navaja, ácido clorhídrico, lupa, distanciómetro.

Seguidamente en la oficina se procede a crear shapefiles de tipo polígono con distintos colores para cada formación geológica. Los puntos de afloramientos también ayudarán a definir contactos litológicos y ubicar datos estructurales tomados en el campo, como: rumbo y buzamiento de las capas.

5.2.2. Desarrollar organizadamente las labores mineras para preparación de las terrazas de explotación

5.2.2.1. Evaluación de Reservas

Para el cálculo de reservas se aplicará el método del inverso de la distancia que se basa en lo siguiente: Asignar mayor peso a las muestras cercanas y menor peso a las muestras alejadas de la zona S (zona de estudio). Esto se consigue al ponderar las leyes obtenidas por $\frac{1}{d_i^\alpha}$ donde $\alpha = 1, 2, \dots$; d_i = distancia entre la muestra i y el centro de gravedad de S.

Si $\alpha = 1$, se tiene el inverso de la distancia (d_i)

Si $\alpha = 2$, se tiene el inverso del cuadrado de la distancia (d_i^2)

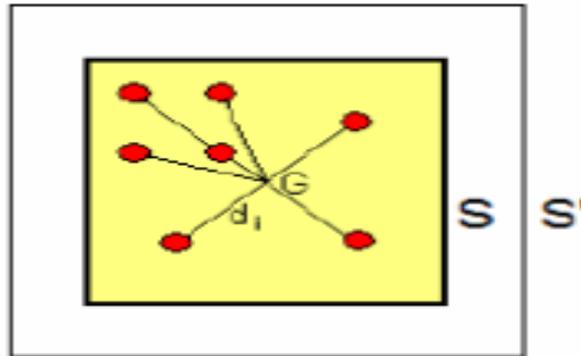


Figura 10. Teoría del Método del Inverso Cuadrado de la distancia
Fuente: Sironvalle Alfaro Marco Antonio “Estimación de Recursos Mineros”

Entre las ventajas que nos ofrece el presente cálculo, es lo simple y fácil de calcular, además se adapta mejor en estimaciones locales que globales; por otra parte puede atribuir demasiado peso a las muestras cercanas al centro de gravedad G , sin embargo no toma en cuenta la forma ni el tamaño de S .

5.2.2.1.1 Factores Económicos

- **Reservas Minerales**

Tomando en cuenta la dimensión y la morfología de la terraza, límites y contenido del mineral se realizara el cálculo de las reservas.

Una vez realizado el plano topográfico y geológico se realizara una descripción minuciosa de los perfiles evidenciados en las trincheras, se medirá las potencias de las capas de grava aurífera que permitirá el cálculo final. En este caso las reservas serán probadas.

Para el cálculo final de áreas y volúmenes se utilizara la tabla # 1 donde constarán: Bloque, Labores, Ley, área, volúmenes y reservas para cada bloque. Con todos estos resultados se podrá tener las reservas probadas de lo que constituye la primera etapa de explotación.

Tabla 1. Resumen de cálculos de Reserva

BLOQUE	LABORES	POTENCIA IA (m)	POTENCIA PROMEDIO (m)	LEY DEL POZO (g/m ³)	ÁREA DEL BLOQUE (m ²)	VOLÚMENES DEL BLOQUE (m ³)	DISTANCIA (m)		LEY DEL BLOQUE (g Au/m ³)	RESERVAS PROBADAS POR BLOQUE (g Au)
							d1	d2		
A	PISC 01						d1			
	PISC 04						d2			
	PISC 07						d3			
B	PISC 07						d4			
	PISC 04						d5			
	PISC 09						d6			
C	PISC 09						d7			
	GL-TR 01						d8			
	PISC 04						d9			
D	PISC 04						d10			
	GL-TR 01						d11			
	CAL 01						d12			
E	CAL 01						d13			
	GL-TR 01						d14			
	CAL 03						d15			
F	CAL 03						d16			
	GL-TR 01						d17			
	CAL 04						d18			
TOTAL							TOTAL			

Fuente: Elaborado por el Autor.

5.2.2.2. Optimización el sistema de explotación

Para optimizar debemos considerar varios factores que inciden en la selección del método de explotación en el presente trabajo, entre los factores tenemos:

- ✓ Factores Geológicos
- ✓ Factores técnicos de los equipos
- ✓ Factores Económicos
- ✓ Factores Locales
- ✓ Factores Ambientales

5.2.2.3. Descripción de los factores

❖ Factores Geológicos

• Tamaño

La dimensión de la terraza estará delimitada por la morfología y la tenencia de terrenos, ya que son de diferentes propietarios; además se tendrá presente que existen diferentes niveles de terrazas. Para aquello será fundamental el levantamiento topográfico a detalle con la finalidad de delimitar la terraza que podrá ser explotada.

• Límite de la mineralización y contenido de mineral

En base a las diferentes labores de explotación como: trincheras, calicatas, piscinas de explotación piloto, se podrá determinar los límites de la mineralización por los contenidos en las gravas de interés y que generan rentabilidad.

5.2.2.4. Estabilidad de taludes

Teniendo en cuenta que la geología del sector son formaciones del Cuaternario, producto de erosión, arraste y depositación; lo que da origen a depósitos con diferentes

terrazas con diferentes características físico – mecánicas en base a sus composiciones de las matrices que son: gravas arenosas deleznales y gravas con matrices arcillo-arenosas compactas, siendo condicionantes en el diseño de los taludes.

En el primer caso se considera taludes relación 1:1, por otro lado en el segundo caso una relación 2:1.

En el caso de bedrock, el talud puede llegar a ser totalmente vertical teniendo presente que la profundidad de excavación en el Bedrock no pasa de 0.3 m, sin embargo durante la fase de estudios exploratorios se pudo hacer cortes de hasta 3 m de profundidad sin que se altere la verticalidad del talud.

La estabilidad de los taludes en una explotación a cielo abierto no solamente es un aspecto de fundamental importancia, sino que es una de las claves de la viabilidad del proyecto, su seguridad y su rentabilidad. Es por ello que debe ser analizada desde las etapas iniciales del proyecto, ser comprobada y seguida con los datos obtenidos durante la explotación.

La importancia de los estudios será en función de los condicionantes geométricos (altura del talud general, de banco y ángulos de talud), así como de cualquier incidencia que los taludes diseñados puedan tener sobre las instalaciones existentes, además se incorporará la influencia del agua en la estabilidad de los taludes temporales.

Los factores más importantes que afectan a la seguridad de las operaciones y cuyo estudio debe quedar claro desde el principio de las operaciones, son los siguientes:

- Caída o deslizamiento de materiales sueltos.
- Colapso parcial de un banco.
- Colapso general del talud de la excavación.

Las recomendaciones para el control y eliminación de estos riesgos, está en definir y dimensionar las siguientes medidas:

- ✓ Diseño adecuado de los bancos y plataformas
- ✓ Determinación y mantenimiento de taludes
- ✓ Control de las vibraciones en el perímetro de la excavación, producido por maquinaria o equipos
- ✓ Aplicación de sistemas de drenaje efectivo, para reducir los esfuerzos originados por el agua

La puesta en práctica de los estudios realizados determinan que en el caso de macizos poco coherentes del tipo suelo, la experiencia registrada ha demostrado que el modo de rotura susceptible de producirse es de tipo circular.

En geotecnia, el riesgo de colapso de un talud se mide en términos del llamado **coeficiente de seguridad “F”**, que es la relación entre el conjunto de las fuerzas resistentes y las desestabilizadoras que provocarían la rotura del talud. La selección de un valor de F mayor implica una disminución de riesgo, pero supone en general taludes más tendidos.

El valor de $F = 1$ señala la frontera en la cual un talud es, o deja de ser, estable. La necesidad de utilizar valores de $F > 1$ surge como consecuencia de factores geológicos, posible variabilidad de las propiedades de los materiales componentes de la grava y la cantidad estacional de agua presente en el talud, y los posibles errores de cálculo y/o ensayos de caracterización realizados.

Una idea general de los factores a emplear, permite recomendar los siguientes factores de seguridad mínimos:

Tabla 2: Factores de seguridad mínimos a emplear.

CASO	FACTOR SEGURIDAD
Si puede ocurrir la pérdida de vidas humanas al fallar el talud	1.7
Si la falla puede producir la pérdida de más del 30% de la inversión de la obra específica o pérdidas consideradas importantes	1.5
Si se puede producir pérdidas económicas no muy importantes	1.3
Si la falla del talud no causa daños	1.2

Fuente: Elaborado por el Autor.

La experiencia considera que, debido a las elevadas implicaciones económicas, la selección de un coeficiente de seguridad próximo a **1.3** puede ser adecuado para taludes cuya estabilidad no se considere a largo plazo.

❖ **Factores técnicos de los equipos para la selección de lo equipos**

- Características geológicas mineras del yacimiento.
- Potencia del motor del equipo y herramienta portante.
- Volumen de producción
- Distancia requerida para el transporte
- Estado de equipo – disponibilidad

✓ **Coeficiente de Esponjamiento**

El incremento de volumen, ocurre cuando un material se extrae al ser removido de su estado natural (volumen in situ) y es depositado en un sitio no confinado (volumen no confinado), a este fenómeno físico se denomina coeficiente de esponjamiento. El esponjamiento es un valor adimensional, factor importante en el análisis de movimiento de tierras, que se expresa por la relación del volumen de roca extraído para el volumen de roca en el macizo:

Donde,

E: Coeficiente de esponjamiento

Ve: Volumen del material después de ser arrancado, cm³

V: Volumen que la roca in situ, cm³

- A continuación se presenta los factores de esponjamiento para los materiales más usuales. Para el presente estudio se consideró un coeficiente de 1,15 para la mezcla de arcilla y grava.

Tabla 3. Factores de esponjamiento de los materiales más usuales

Tipo de suelo	e
Roca dura (volada)	1,50 – 2,00
Roca mediana (volada)	1,40 – 1,80
Roca blanda (volada)	1,25 – 1,40
Grava, compacta	1,35
Grava, suelta	1,1
Arena, compacta	1,25 – 1,35
Arena, mediana a dura	1,15 – 1,25
Arena, blanda	1,05 – 1,15
Limos, recién depositados	1,00 – 1,10
Limos, consolidados	1,10 – 1,40
Arcillas, muy duras	1,15 – 1,25
Arcillas, medianas a duras	1,10 – 1,15
Arcillas, blandas	1,00 – 1,10
Mezclas de arenas/gravas/arcillas	1,15 – 1,35

Fuente: Tesis - Lucero Robles Gabriela 2014. "Optimización de los procesos de extracción de grava aurífera y proceso de lavado del frente "El Porvenir" en el Proyecto Río Santiago, Empresa Nacional Minera. (Robles, 2014).

5.2.2.5. Sistema de Explotación

Para el correcto diseño de la mina, durante la investigación geológica, se definirá el tipo de yacimiento con todas sus características litológicas para optimizar la geometría de la cantera, planificar las labores, control de la ley mineral. Tomando en cuenta los siguientes parámetros:

❖ Geométricos

La morfología del yacimiento es de tipo escalonada que se encuentra delimitada por el cauce actual del río, el pie de monte y a su vez dividida por límites entre diferentes propietarios.

❖ Operativos

Luego de haber obtenido el mapa topográfico y elaborado el mapa geológico del área de trabajo, se ha procedido a diseñar los accesos para la parte operativa, la misma que estarán conformadas por dos vías la primera que ingresando por la zona de campamentos va hasta la intersección con la segunda vía cuyo ingreso es en el punto denominado El Tunduli.

Por las observaciones en los trabajos se puede determinar las características de la deposición de los materiales en la terraza y establecida su potencia, se aplicara un sistema de explotación a cielo abierto y con avance continuo hacia los diferentes bloques.

Se procede a realizar una línea base que es perpendicular al río Bomboiza y que se ubica al límite de la propiedad, misma que sirve de referencia para el replanteo de los límites de los diversos bloques.

Además por ser zona susceptible a inundación se construirán una berma de protección con materiales estériles paralela al río y perpendicular a la terraza.

La dimensión de los bloques se ha determinado en franjas de 40 m de ancho por una longitud que varía de acuerdo a la ubicación y morfología del terreno. Se ha considerado una berma de seguridad de 25 m del borde del río y de 10m con relación al propietario colindante para iniciar las diversas piscinas, éstas tendrán una dimensión de 40 m por 30 m.

- **Costos de Explotación**

- ✓ **Maquinaria**

El rendimiento de la maquina está relacionada por la potencia del motor, aunque se considera también el incremento del costo de la máquina de acuerdo a su capacidad existe un beneficio directo por el incremento o rendimiento en cada hora.

Además de dichos equipos se utilizaran equipos auxiliares.

A continuación se muestra la tabla #4 que servirá para el cálculo de rendimiento y capacidad de los equipos:

Tabla 4. Para el Cálculo de rendimiento y capacidad de los equipos

CANTIDAD	EQUIPOS	Cap. M3	Hrs/turno	tiempo/ciclo	ciclos/hr	\$/hr	m3/Hr	Ley	Costo/día	Producción/h	OBSERVACIONES
u				Minutos			Lavadas	Gr/m3	\$	gr	
	Excavadoras PC200										
	Excavadoras PC350										
	Zaranda Vibratoria										
	Jig Primarios										
	Generador de 100 Kw										
	Jig Secundario										
	Bomba de agua 6" a presión										
	Bombas de 4"										
	Bomba de agua de 3"										
	Canalones con sus lonas										
	Centrífugo (Knudsen)										
	Matracas										
	Bateas										
	Juego de Tamices										
	Electro imán										
	Balanza de precisión										
							Costo diario				
							Gr Au/día				

Fuente: Elaborado por el Autor.

- **Lubricantes y Mantenimiento**

Los lubricantes y mantenimientos estarán basados en los catálogos del fabricante en lo que se especificarán marcas de lubricantes y los intervalos en horas trabajadas de cada equipo.

Se considera de suma importancia el consumo de cada equipo en galones por hora. Además la planificación periódica de mantenimientos preventivos y correctivos.

Los tiempos de intervalos entre mantenimientos varían de acuerdo a tipo de equipo y tipo de lubricantes empleados (marcas); para lo cual en la descripción se adoptara los siguientes criterios establecidos en la tabla # 5:

Tabla 5. Lubricantes para el Control de mantenimientos

CONTROL DE MANTENIMIENTOS						
Año:	Obra:			Equipo:		
Detalle hrs					
Aceite Transmisiones (cada 1500 hrs)						
Aceite de Motor (cada 250 hrs)						
Aceite hidráulico (cada 2000 hrs)						
Grasas (diario)						

Fuente: Elaborado por el Autor

- **Personal Operativo**

Una vez establecida las labores y el tipo de trabajo a realizar se procede a la selección y contratación del personal con la debida designación de funciones, teniendo presente que la mayoría de personal operativo deberá ser de la zona de influencia, únicamente se contratara persona de afuera en lo concerniente a técnicos y personal de confianza.

Considerando el valor en cuanto a mano: técnicos y obreros, estarán regulados en base a la tabla salarial minera vigente, sin embargo en la práctica los valores en referencia a salarios se rigen a partir de la tabla en referencia por la producción de cada mina.

Es por ello que se elabora la tabla # 6 para calcular el costo por pagos y salarios por día de trabajo.

Tabla 6. Salarios por día de trabajo

Recurso Humano		
Detalle	Cantidad	\$/día
Operadores		
Obreros		
Liquidadores		
Guardia		
Técnico /Geólogo		
Administrador		
TOTAL		

Fuente: Elaborado por el Autor

- **Dilución del contenido Útil**

Se considera a la dilución como la disminución de la ley de los yacimientos debido a la contaminación con materiales estériles, por lo tanto el objetivo es reducir la dilución durante la explotación del yacimiento. Existen varias razones para el control de la dilución como:

- Asegurar el cálculo de la dilución
- Determinar los volúmenes
- Asegurar la delimitación del área económica
- Asegurar la calidad de la ley mineral.

Varios son las causas que causan la dilución, entre ellas tenemos:

- Falta de delimitación entre estratos de valor y estériles.

- Mala selección al momento de separar los cantos rodados grandes y las gravas lavables, ocasionado generalmente por impericia del operador.
- Falta de control en el arranque y el número de rebanqueo de los materiales con contenido.
- **Calculo de la dilución. $(a-c)/g \times 100$**

g: ley de la grava

c: Potencia de la grava

a: Potencia de la capa de corte

- **Pérdidas de mineral**

Las pérdidas de mineral afectan a los presupuestos operativos y de producción, dando valores de ley diferentes a las leyes establecidas en explotación, las causas pueden ser:

- ✓ Explotación con presencia de agua lo que ocasiona caídas del mineral al momento del corte.
- ✓ Velocidad de alimentación al equipo de beneficio.
- ✓ Mala calibración y ajustes de los equipos de recuperación.
- ✓ Impericia de operador.
- ✓ Falta de regulación de caudales y presiones al momento de lavado de grava.

- **Proyección de costo de operación diaria**

Para resumir los costos que se generan en la explotación diaria se tendrá la siguiente tabla:

Cabe recalcar que los costos del diésel se encarecen ya que el valor no es subsidiado.

Tabla7. Proyección de costo de operación diaria

Alimentación		
Alojamiento		
Diesel		
Camioneta		
Excavadoras		
Equipo lavado		
Total		

Fuente: Elaborado por el Autor

- **Rentabilidad**

La rentabilidad del proyecto está condicionada a la variación del precio del Au y a la aspiración de beneficio entre en concesionario y el operador de la mina en lo referente a porcentajes.

Para los cálculos de producción y beneficio se utilizaran las siguientes tablas:

Tabla 8. Proyección de Producción por día.

Lavada de Gravas (m3/hr)	Descole (Hrs)	Reposición (Hrs)	Tenor	Gr Au/hr	Hrs/día	Total (gr/día)

Fuente: Elaborado por el Autor

Tabla 9. Cálculo de Beneficio diario

Costo Operación diario	
Producción día Au	
Precio gr.Au	
BENEFICIO DÍA	

Fuente: Elaborado por el Autor

- ❖ **Factores Ambientales**

Con la finalidad de identificar los aspectos ambientales dentro de la zona de estudio se realizara un recorrido, observando las labores actuales que se desempeñan en el lugar. Por otro lado se revisara el Estudio de Impacto Ambiental Expost del área minera “La

Misionera”, donde se detallan los impactos producidos por la actividad minera y el Plan de Manejo Ambiental.

- **Espesor suelo vegetal**

Para determinar la potencia de la capa vegetal se hará referencia a las labores de exploración, en la que se obtendrá valores diversos de acuerdo a la localización de cada punto muestreado. Se dará mucha importancia a la ubicación ordenada de este suelo para su posterior reposición.

- **Ubicación de escombreras**

Las escombreras serán de carácter temporal y se manejaran por separado de acuerdo al tipo de material como: Suelos y material estéril.

La ubicación de las escombreras estará condicionada de acuerdo al desbroce de los diversos bloques de explotación.

- **Protección y afectación del entorno**

Para la protección y afectación del entorno se tendrá a mano el Estudio de Impacto Ambiental, en el que el capítulo VI, VII, VIII menciona la identificación y evaluación de Impactos Socio – Ambientales, Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Monitoreo.

5.2.3. Implementación del Sistema de Explotación con responsabilidad ambiental y seguridad minera

Las labores realizadas en la zona están conformadas por trabajos de exploración con equipo mecanizado desarrollados durante el periodo Abril- diciembre del 2014, en el primer mes se ejecutaron las trincheras GL-TR-01 localizada en las coordenadas PSAD 56 y codificadas GL-TR-02 que se localiza en las coordenadas:

Tabla 10: Ubicación de Trincheras - Coordenadas

TRINCHERAS	COORDENADAS		
	X	Y	Z
GL-TR-01	767657	9620442	809
GL-TR-02	767464	9620492	808

Fuente: Elaborado por el Autor

Seguidamente durante los meses de julio hasta diciembre se ejecutaron las calicatas:

Tabla 11: Ubicación de Calicatas - Coordenadas

CALICATAS	COORDENADAS		
	X	Y	Z
CL-01	767520	9620643	809
CL-02	767554	9620689	811
CL-03	767679	9620633	809
CL-04	767754	9620613	809

Fuente: Elaborado por el Autor

Luego se procede a ejecutar una serie de piscinas que son parte de los bloques a proponer para explotación, estas labores permiten elaborar cuatro perfiles que permiten proyectar las terrazas y ubicar litológicamente los diversos contenidos y valores para así implementar un sistema de explotación.

Tabla 12: Ubicación de Piscinas - Coordenadas

PISCINAS	COORDENADAS		
	X	Y	Z
PISC 01	767454	9620473	808
	767462	9620496	808
PISC 02	767462	9620496	809
	767473	9620528	809
PISC 03	767473	9620528	809
	767486	9620563	809
PISC 04	767486	9620563	809
	767497	9620607	809
PISC 06	767498	9620475	809
	767525	9620468	809
PISC 07	767521	9620461	809
	767567	9620440	809
PISC 09	767567	9620440	809
	767590	9620427	809

Fuente: Elaborado por el Autor

5.2.3.1. Descripción Buenas Prácticas Ambientales

Los proyectos mineros comprenden distintas fases secuenciales que empiezan con la exploración del mineral metálico a explotar y termina con la ejecución de las actividades de cierre y abandono del área explotada.

Debido a que la actividad minera puede afectar a la biodiversidad a lo largo del ciclo del proyecto, se ha realizado una revisión de la información ambiental preliminar, contenida en Estudios Ambientales anteriores, desarrollados para Minera de Los Andes S.A. (Antemin), especialmente el Estudio de Impacto Ambiental desarrollado en 1993.

Tanto en la etapa de exploración donde los efectos serán puntuales, esto debido a que los sitios de cateos y labores serán pequeños. Durante la explotación en la que están incluidas el arranque, beneficio y procesamiento se deberá tener presente los impactos que causarán las: Instalaciones, actividades extractivas, infra estructura auxiliar.

Además se debe considerar que cada una de las fases del desarrollo de un proyecto minero pueden generar una serie de impactos o efectos (tanto positivos, como negativos) sobre los componentes socio-ambientales del área de influencia donde se desarrolla el proyecto.

Por tal motivo se considerará la selección del método de explotación que cause el menor impacto ambiental posible apoyado de personal capacitado tanto técnico como operacional y la utilización de equipos mecanizados en óptimas condiciones.

El compromiso con el cuidado de los tres elementos fundamentales para la vida como el aire, el agua y el suelo.

6. Resultados

6.1. Descripción Biofísica del sector de estudio

6.1.1. Ubicación y acceso

El cantón Gualaquiza se encuentra ubicado al suroeste de la provincia de Morona Santiago a una altitud de 850 m.s.n.m. Limita al norte con el cantón San Juan Bosco, al sur con la provincia de Zamora Chinchipe, al este con la República del Perú y al oeste con la provincia de Azuay. Tiene una extensión de 2.151,29 km² que representa el 8.94% del total de la superficie de Morona Santiago.

- **Bloque de Estudio y Operación**

El área de estudio comprende una extensión de 16 Ha mineras y las coordenadas son las siguientes:

Tabla 13. Ubicación del área de estudio – Coordenadas

Punto	X	Y	Proyección
PP	767862	9620500	PSAD - 56
1	767400	9620700	
2	767800	9620700	
3	767800	9620300	
4	767400	9620300	

Fuente: Elaborado por el Autor

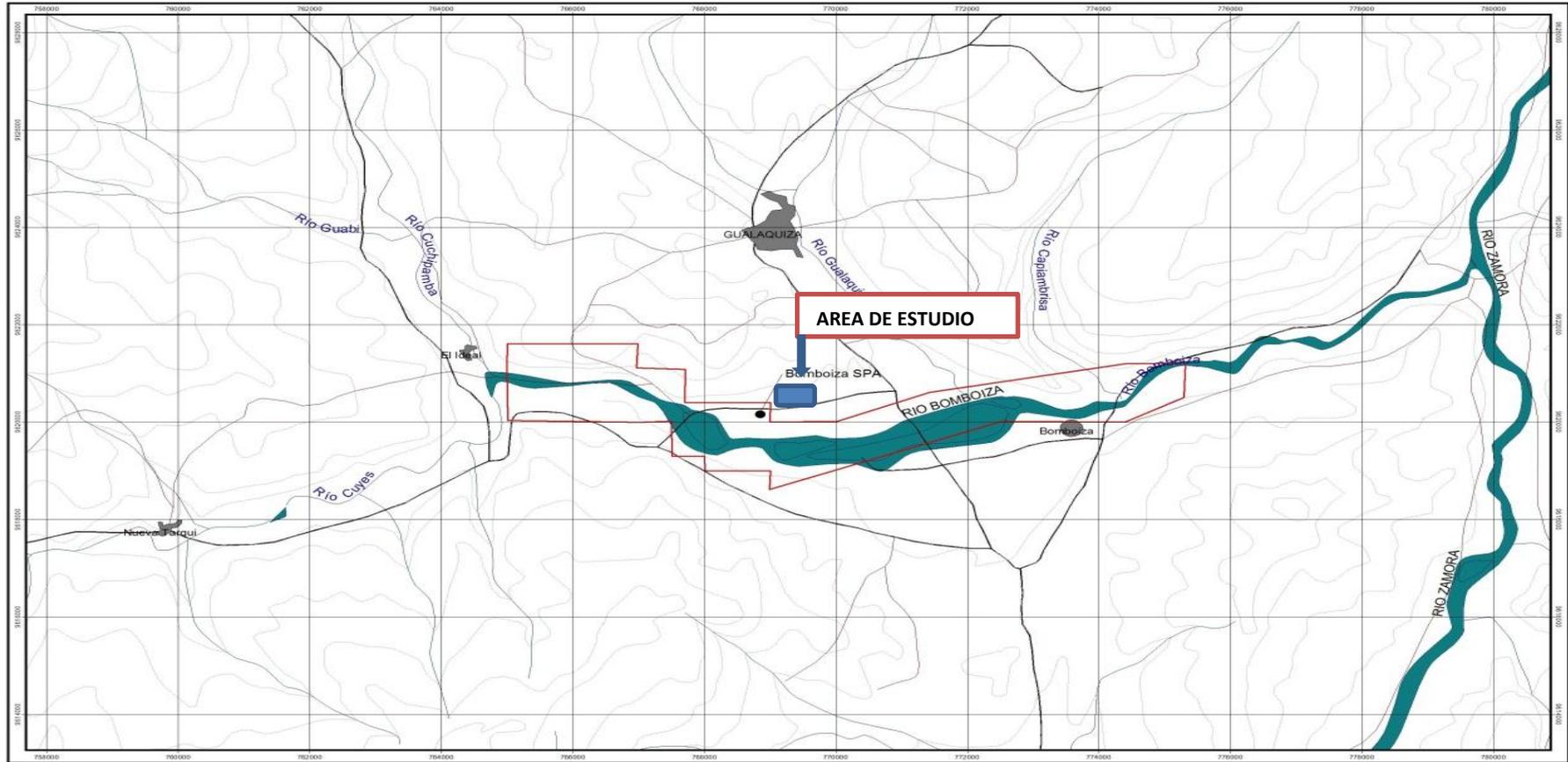


Figura 11. Ubicación del área de Estudio, coordenada UTM PSAT 56: 767 554; 9 620 688
Fuente: Estudio de impacto Ambiental

6.1.2. Clima

Posee un clima cálido húmedo con una variación en temperatura de: 26-27°C en la estación de verano comprendida entre los meses de Agosto a Enero y de 22-24°C en la estación de invierno comprendida entre los meses de Febrero a Julio.

El clima se ha subdividido en dos regiones bioclimáticas:

Región Húmeda Subtropical.- Se localiza desde altitudes superiores a los 600 m.s.n.m. hasta 2000 m.s.n.m. La temperatura promedio anual oscila entre los 18° y 24° y la precipitación media anual, varía entre 1500 y 2000 mm. de lluvia.

Región Lluviosa Temperado.- Se localiza desde altitudes que van de los 2.000 m. s.n.m. hasta los 3.000 m.s.n.m., la temperatura promedio oscila entre los 12 °C y 18 °C y la precipitación media anual varía entre los 2.000 y 3.000 mm de lluvia. (INAMHI).

6.1.3. Hidrología

En cuanto a la Hidrografía del cantón Gualaquiza está formada por los siguientes afluentes:

- Río Zamora, que tiene como afluentes a los ríos Chuchumbleta, Bomboiza y Kalaglás.
- Río Bomboiza, principal afluente del Zamora, que es formado de la unión de los ríos Cuyes y Cuchipamba y tiene como afluentes a los ríos Gualaquiza y Kupiambritza. · Río Chuchumbleta, que sirve de límite con la provincia de Zamora Chinchipe.
- Río Cenepa, al igual que el Coangos, nace de las estribaciones de la Cordillera del Cóndor. (INAMHI)

6.1.4. Geomorfología

En el área de análisis, se identifican los siguientes paisajes geomorfológicos generales:

- **Relieves Subandinos:** Esta unidad se forma por conos de deyección y de esparcimiento, resultado de episodios morfo genéticos sucesivos; la característica fundamental de esta unidad es la baja progresiva de la Cordillera y su remplazo por una serie compleja de estribaciones con modelados entre suave a abruptos que aseguran una transición hacia los relieves más bajos, hasta el Amazónico periandino. Se presentan escotaduras para el paso de importantes ejes hidrográficos provenientes de Los Andes.
- **Amazonía Periandina:** En esta unidad se encuentra asociada con la estructura de Piedemonte, que en el sector de estudio se confunde con los relieves subandinos, sin embargo se presentan como estructuras menos abruptas, sino más bien planas y semionduladas. La mayor parte de la concesión, es parte de este paisaje geomorfológico, aunque se identifica un subpaisaje configurado por la presencia del Río Bomboiza, que determina una condición de **terrazas** aluviales a lo largo de la Concesión. (Ecotono Consultores Cía)

Lecho actual: Corresponde a las áreas por donde recorre el cauce del Río Bomboiza, considerando también aquellos sectores abandonados por el cauce y corresponden a sitios de relieve plano (0,1 a 0,4% de pendiente), con alto grado de erosión superficial y socavación lateral de las márgenes por la migración del cauce principal. En la época de mayores lluvias, estas áreas se inundan y dejan grandes extensiones de barras de grava, arena y cantos, como resultado de la depositación de la carga de fondo del drenaje.

6.1.5. Datos socio – económicos

- **Población**

Según el Censo de Población y Vivienda realizado el 28 de noviembre del año 2010, el cantón Gualaquiza cuenta con 17 162 habitantes, lo que corresponde al 11.60 % de la provincia de Morona Santiago, la cual tiene 147 940 habitantes. Del cual el 50.7% son hombres y el 49.3% son mujeres.

La población urbana asciende a 6 336, que representa el 36.92% de la población total del cantón. Cuenta con una densidad de 19.03 hab/km².

- **Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)**

En la cabecera cantonal existe el 10.7% de personas pobres extremas por NBI con respecto a la provincia de Morona Santiago.

- **Población Económicamente Activa**

En el ámbito del empleo, en el cantón la Población Económicamente Activa es del 53.7% lo que representa el 11% de la provincia de Morona Santiago.

La principal rama de actividad de la PEA es la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca que representa el (43.8%); comercio al por mayor y menor (9.5%); administración pública y defensa (9.3%); construcción (7.8%), enseñanza (7.2%), transporte y almacenamiento (4.5%); industrias manufactureras (4.4%); actividades de hogar (2.4%); actividades de alojamiento y servicio de comidas (2.3%); actividades de atención de la salud humana (1.9%); otros (6.9%).

- **Analfabetismo**

En el ámbito educativo, en Gualaquiza el 4.87% de la población mayor a 15 años no sabe leer ni escribir; es decir, es analfabeta. De la población que asiste a la escuela apenas asciende al 6.3%. (INEC).

6.2. Topografía

6.2.1. Levantamiento topográfico

La topografía en la zona es irregular. Su máxima altura alcanza los 3214 metros, punto ubicado al nor-oeste de la carta topográfica del IGM. Los accidentes orográficos más representativos son las Cordilleras Ovejeros, Orientación, La Esperanza, de Las Nieves, de los Tutos, entre otras. (IGM).

Específicamente se ha proyectado el trabajo en la orilla izquierda del río Bomboiza entre las coordenadas UTM PSAD56: $X = 767400$ $Y = 9620500$ y $X = 767800$ $Y = 9620300$, para su representación gráfica la escala es 1:2000.

El área general de la concesión está conformada por 1250 Ha, Sin embargo el sector motivo de la presente investigación lo conforma una extensión de 16 hectáreas mineras (ver mapa # 1) que constan en el plano del levantamiento que representa tan solo el 1,2 % de la extensión total y que está conformado por terrenos planos y pie de monte.

Las curvas de nivel principales están trazadas cada 5 metros y están identificadas por un color negro, mientras que las curvas secundarias han sido elaboradas para cada metro de desnivel y están representadas por un color café claro.

El plano ha sido elaborado únicamente en una parte de la propiedad de los esposos Marlin por lo que se muestran las cercas de alambre como límites hacia el este y oeste respectivamente, hacia el norte se ha considerado como límite la vía El Panguigualaquiza y al sur por el río Bomboiza.

Como infra estructura tenemos la vía principal El Panguí - Gualaquiza, además dos vías internas que atraviesan el área de estudio y que salen desde la vía principal y concluyen en el río Bomboiza. Tienen un ancho de 4 m y una capa de rodadura con material pétreo del río. También se ubican las construcciones del BB SPA junto a la vía principal y dos construcciones pequeñas tipo cabañas que están 50 m del río.

MAPA 1.
TOPOGRAFÍA

6.3. Geología

6.3.1. Geología Regional

6.3.1.1 Formación Hollín

Definida por Watson y Sinclair (1972), consiste de areniscas blancas de grano grueso cuarzosas, porosas, pobremente estratificadas. (Tschopp, 1953). Sobre la formación Hollín se encuentra el sector oriental de la Concesión La Misionera. Casi el 90 % del área se encuentra en esta formación.

La Formación Hollín ha sido dividida en dos unidades:

- ✓ Unidad Hollín Principal.
- ✓ Unidad Hollín Superior.

6.3.1.2 Formación Napo

Esta formación de edad Cretácica, está constituida por una sucesión cíclica, marino somera de calizas bioclásticas, lutitas ricas en materia orgánica y areniscas terrígenas. En el área las rocas han sido deformadas y metamorfizadas a filitas grises y esquistos calcáreas.

Jaillard (1997), la agrupa en una sola Formación, considerando los depósitos francamente marinos y la divide en cuatro Miembros:

- ✓ Napo Basal.
- ✓ Napo Inferior.
- ✓ Napo Medio.
- ✓ Napo Superior.

Se encuentra en contacto con la Formación Tena, subyaciéndola por medio de un hiato erosional, el cual varía en concordante hacia el Este (Salguero, 2001).

La Formación Napo supra yace a Hollín; en el flanco este del “levantamiento Cutucú”, descansa en discordancia angular la Formación Chapiza, mientras que al lado occidental yace la Formación Santiago y en varios ríos aparece encima de la Formación Misahuallí.

Esta formación presenta afloramientos cerca del campamento de la Concesión, al extremo occidental.

6.3.1.3 Intrusivo granodiorítico

Se encuentra hacia el Noroeste de la Concesión y sus materiales han sido aprovechados por la Municipalidad de Gualaquiza y otros usuarios, como fuente de materiales de construcción y lastre; el volumen aproximado de 40.000 m³, el afloramiento se encuentra a la altura de las coordenadas UTM PSAD56. X: 773701 - Y: 9621446. (Ecotono Consultores Cía).

6.3.1.4 Depósitos y terrazas aluviales.

En las áreas de los ríos principales (Bomboiza, Cuyes y Cuchipamba) se encuentran aluviales compuestos por grandes bloques de areniscas, cuarcitas y graniodoritas, en conjunto con arenas y gravas de menor tamaño.

En sectores localizados aguas arriba de los ríos mencionados, se encuentran depósitos de material aluvial, que pueden conformar terrazas. A lo largo del área de interés se encuentran además depósitos coluviales y aluviales (Río Bomboiza).

6.3.1.5 Placeres

Los placeres auríferos se localizan en las cuencas de los Arcos frontal y trasero de la cordillera de los Andes, con una mayor favorabilidad a alturas entre 100 y 1200 metros. Se presentan también ríos auríferos en el valle interandino pero no tienen tamaño; igualmente son básicamente del tipo fluvio-glacial por lo tanto muy erráticos.

6.3.1.6 Bedrock

Las rocas metamórficas que conforman la cordillera Real, son duras con planos de esquistosidad fuertes, forman el bedrock de ríos auríferos como el Puyango, Zamora, **Bomboiza**, Yacuambi, Negro, Paute, Aguarico, Cofanes, actúan como rifles naturales y favorecen la concentración de minerales pesados, y muchas veces bonanzas.

MAPA 2.
GEOLOGÍA REGIONAL

6.3.2. Geología Local

A lo largo del valle de interés aflora en los cortes de la vía El Panguí- Gualaquiza la Formación Napo en las coordenadas, 767862, 9620500. En el corte de la vía hacia Gualaquiza sector curva del Tunduli puede identificarse areniscas y una capa de conglomerado que sobre yace a las areniscas, dicho conglomerado es de color pardo rojiza con clastos poco meteorizados y conformados por rodados volcánico e intrusivos, además en los trabajos realizados en el sector como: Trincheras, calicatas y piscinas que sirvieron de información para la elaboración de tres perfiles donde se observa los límites entre las cuatro terrazas que han sido nominadas con las nomenclaturas C-1, C-2, C-3, C-4 y finalmente el BR que se observó en todas las obras citadas anteriormente.

A continuación una descripción de las diversas capas que conforman la terraza:

C-1: Está formada por suelo vegetal con una potencia de 2,1 m: los primeros 20 cm está constituida por la capa vegetal, a continuación existe una capa de 1,9 m de limo arenoso de color café claro, de fácil arranque y movilización. (Fig. #12)



Figura 12. Cobertura vegetal con material limo arcilloso – C1
Fuente: Fotografía del Autor.

C2: Grava con matriz arenosa de coloración gris con variaciones a color café con clastos redondeados y sub-redondeados, algunos cubiertos por patinas de oxidación y alcanzan un diámetro de hasta 0,40 m

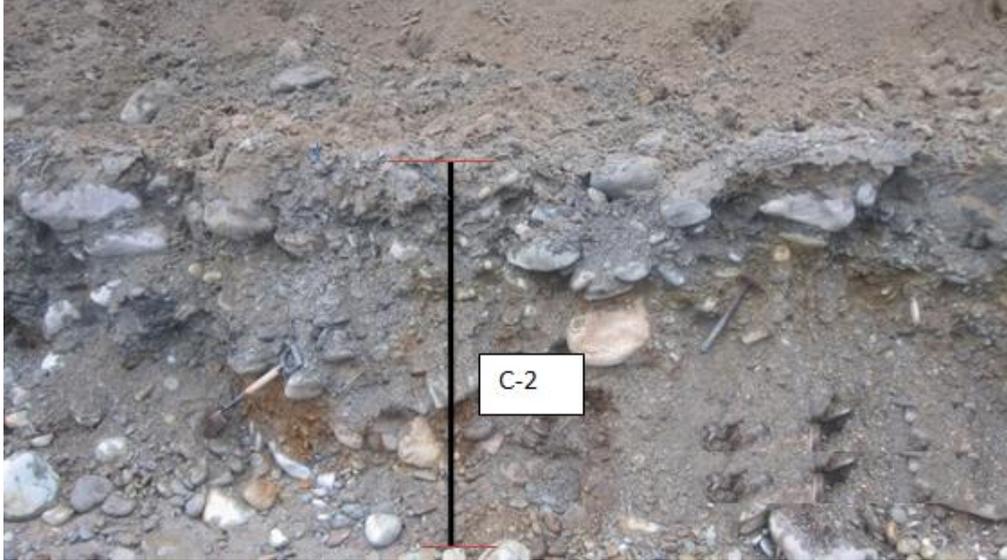


Figura 13. Grava arenosa color gris – C2

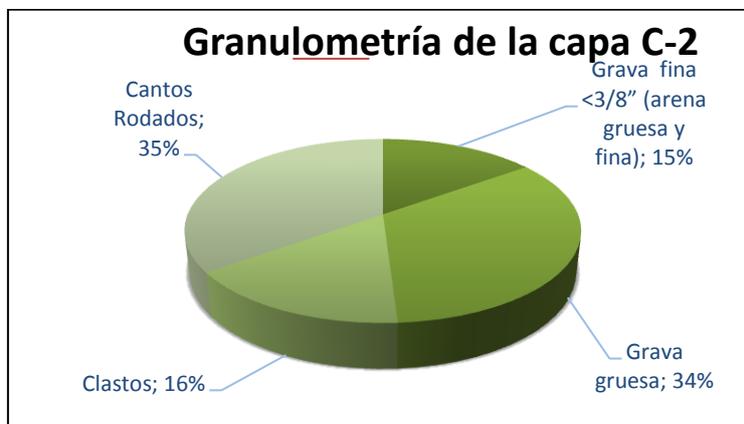
Fuente: Fotografía del Autor.

Granulometría de la capa C2

Tabla 14. Granulometría de la C-2

DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	PORCENTAJE
Grava fina <3/8" (arena gruesa y fina)	0.01 – 8 mm	15 %
Grava gruesa	9 - 50 mm	34 %
Clastos	51 mm - 150 mm	16 %
Cantos Rodados	151 mm – 400 mm	35 %

Fuente: Elaborado por el Autor.



Cuadro 2. Granulometría de la C-2

Fuente: Elaborado por el Autor.

C3: Grava de matriz arenosa muy deleznable de color azul verdoso con clastos redondeados y sub-redondeados, predominan rodados de origen volcánico y en menor cantidad intrusivos, también es notoria la presencia de rodados de areniscas color blanco.



Figura 14. Grava aurífera – C3

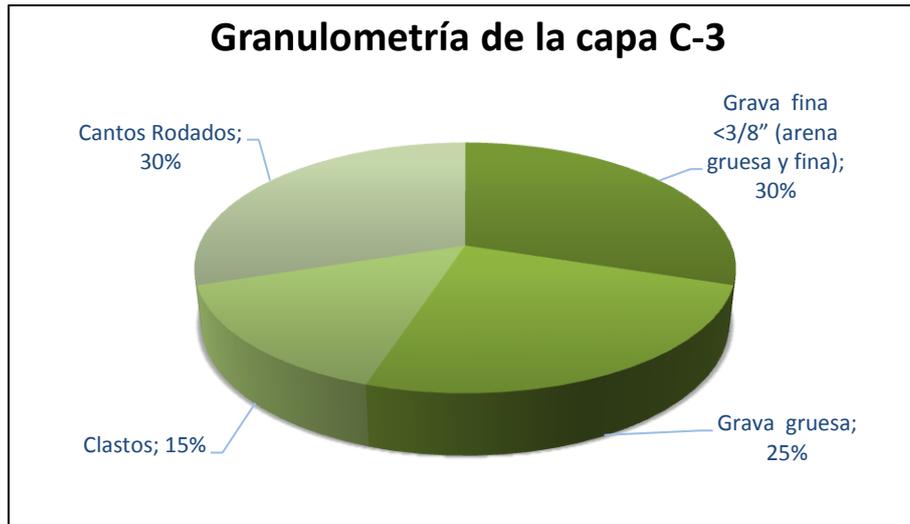
Fuente: Fotografía del Autor.

Granulometría de la capa C3

Tabla 15. Granulometría de la C-3

DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	PORCENTAJE
Grava fina <math><3/8''</math> (arena gruesa y fina)	0.01 – 8 mm	30 %
Grava gruesa	9 - 50 mm	25 %
Clastos	51 mm - 150 mm	15 %
Cantos Rodados	151 mm – 500 mm	30 %

Fuente: Elaborado por el Autor.



Cuadro 3. Granulometría de la C-3
Fuente: Elaborado por el Autor.

C4: Capa de grava de matriz arcillo arenosa con alta plasticidad, de color gris azulada con cantos de origen intrusivo granodioríticos y volcánicos algunos cubiertos por patinas de oxidación. Los clastos alcanzan diámetros de hasta 0,60 m. aunque de manera esporádica asoman boulders de 1,5 m.

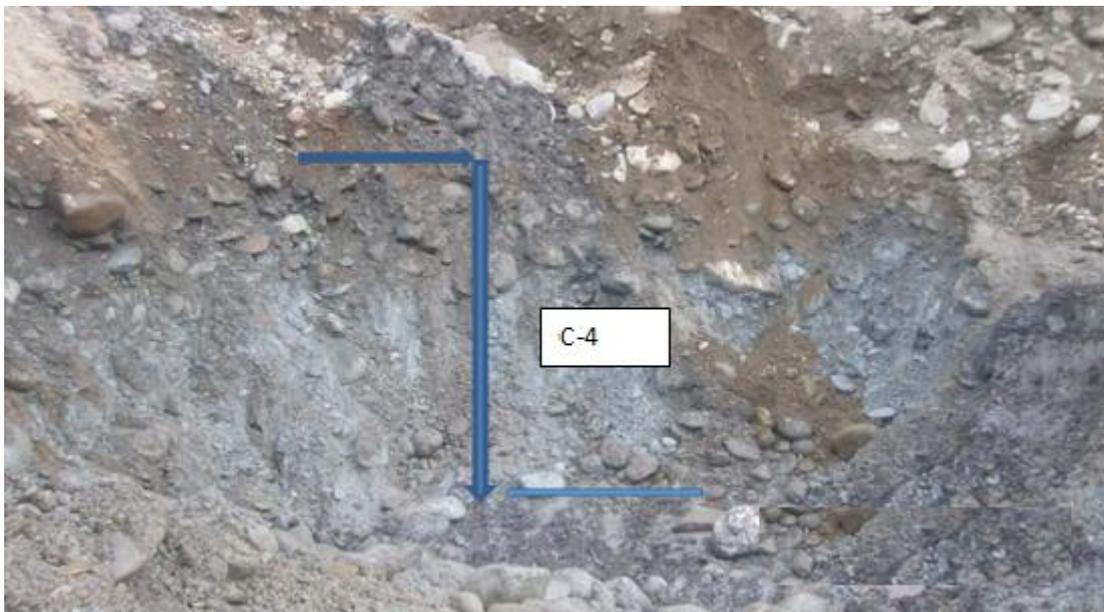


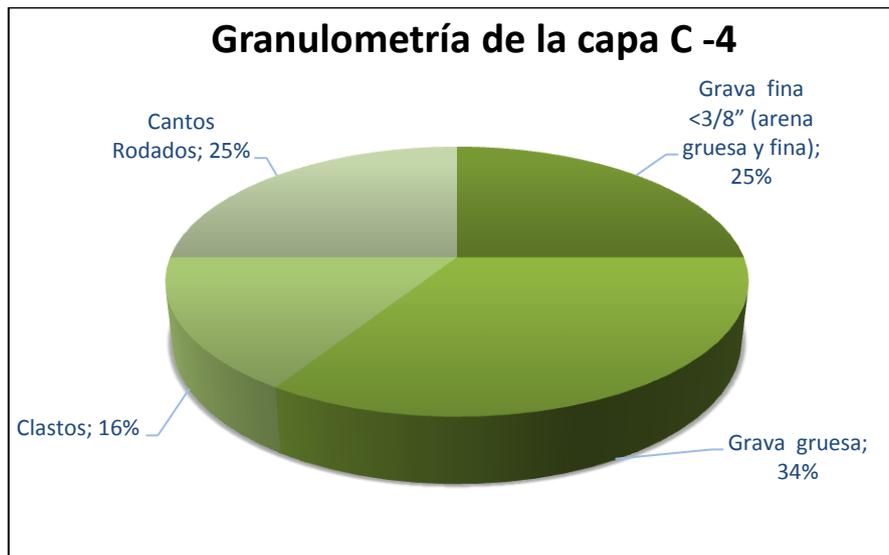
Figura 15. Grava aurífera de matriz arcillo arenosa color gris azulada – C4
Fuente: Fotografía del Autor

Granulometría de la capa C4

Tabla 16. Granulometría de la C-4

DESCRIPCION	MEDIDAS	PORCENTAJE
Grava fina <3/8" (arena gruesa y fina)	0.01 – 8 mm	25 al 30 %
Grava gruesa	9 - 50 mm	34 %
Clastos	51 mm - 150 mm	16 %
Cantos Rodados	151 mm – 600 mm	25 %

Fuente: Elaborado por el Autor.



Cuadro 4. Granulometría de la C-4

Fuente: Elaborado por el Autor.

- **Documentación Geológica**

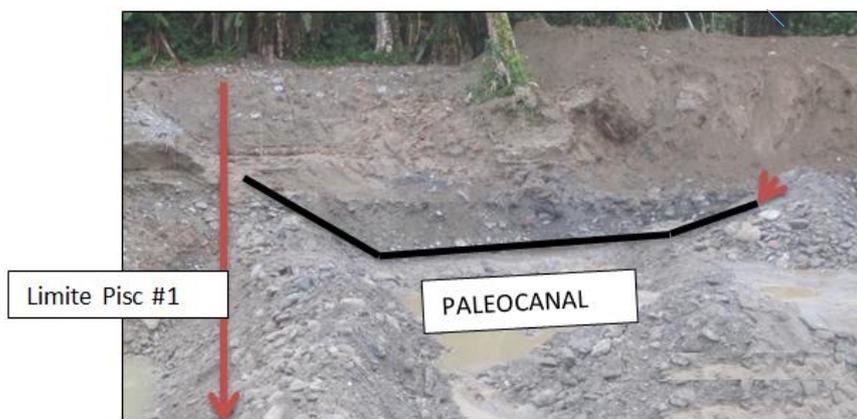


Figura 16. Piscina # 2.

Fuente: Fotografía del Autor

Un detalle muy importante constituye la delimitación de un paleocanal hacia el norte de la TR-02 de lo observado en el corte se puede establecer que la TR-2 fue ejecutada

justamente en el margen derecho del paleocanal, en la fotografía se observa el cambio de litología y niveles de lo mencionado, esto explica la razón de por qué se tuvo un bajo contenido de oro en la primera piscina ya que se había cortado solamente una pequeña parte del paleocanal. La capa C3 en este lugar dará un mayor contenido de Au.



Figura 17. Paleocanal.
Fuente: Fotografía del Autor

Paleocanal, tiene una litología bastante marcada en diferencia de color y textura, se aprecia un ligero desnivel con relación a las terrazas aledañas.



Figura 18: Límite del paleocanal.
Fuente: Fotografía del Autor

Límite del Paleocanal. En esta fotografía se observa el margen izquierdo del paleocanal, el límite está muy claro puesto que desde donde termina el mismo hay una grava de color café rojiza sin valor de interés en contenido de Au. Por lo tanto para la explotación de este sector de la segunda piscina se está seleccionando para lavar la grava del paleocanal será lavada en su totalidad, no así la demás grava de la piscina que se seleccionará a medida que muestre colores de oro o no.

- **Mineralización.**

La disposición de la mineralización en los estratos del aluvial se puede observar en toda la potencia de la grava, sin embargo la concentración varía en las diferentes capas que se han denominado como: C-1, C-2, C-3, C-4 y BR.

- **Tratamiento de las muestras para la determinación de la ley.**

Las labores de exploración y de explotación preliminar permitieron determinar la ley del yacimiento, con el tratamiento de muestras tomadas en cada una de las labores y de manera puntual en cada estrato, la metodología consistió en la secuencia que se detalla a continuación:

- ✓ Determinación de los lugares donde se ejecutaron las trincheras, calicatas y piscinas de explotación piloto. (cateo debidamente geo referenciado)



Figura 19: Apertura de GL-TR-01
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Las labores se ejecutaron con el uso de excavadoras



Figura 20: Excavación de trinchera
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Durante la excavación se presentan dificultades por la presencia del nivel freático que se controló con el uso de motobombas de agua de diferentes tamaños en dependencia del volumen de agua presente en cada punto.



Figura 21: Control del nivel freático.
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ La diferenciación de las capas debido a su conformación y características geológicas que permitieron la nomenclatura de cada una de ellas (C1, C2, C3, C4 Y BR.)



Figura 22: Diferenciación de capas y medida de las potencias.
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ En cada uno de los estratos se procedió a tomar una muestra de un metro cúbico, para la medida se utilizó un cubeto de madera construido para el propósito.



Figura 23: Toma de muestra por estrato.
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 24: Medida de muestra en cubeto de 1 m³ (desarmable)
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Lavado de cada metro cúbico de muestra y levantamiento de lonas luego de finalizar cada cúbico.



Figura 25: Lavado de muestras para obtener el concentrado
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Luego del lavado se procede a seleccionar por tamaños cada uno de los rodados para medir y establecer el porcentaje granulométrico.



Figura 26: Medida de boulders contenidos en la muestra de un cúbico
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Separación de gravas por tamaños para medirlos y calcular su volumen



Figura 27: Clasificación de gravas luego de lavadas.
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Medida de las gravas por tamaño y determinación de porcentaje en cada muestra.



Figura 28: Medida del volumen de gravas de lavadas.
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Tratamiento de los concentrados utilizando jig hidráulico y matraca en serie.



Figura 29: Tratamiento de concentrados.
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Luego de que se ha procesado el concentrado en jig se procede a la liquidación en batea para reducir la cantidad de magnetita. Cuando existe presencia de Au grueso se hace una separación directa, el oro fino y la magnetita pasa a un proceso de secada y separación magnética.



Figura 30: Tratamiento de concentrados en batea.
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Oro grueso separado de manera directa en la batea.



Figura 31: Au libre separado en batea.
Fuente: Fotografía del Autor

- ✓ Luego de la separación magnética se realiza un tamizado del concentrado para lograr el oro que finalmente se procede al pesado utilizando balanzas de precisión.



Figura 32: Tamices para separación del Au y la magnetita fina.
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 33: Balanza de precisión de tres decimales.
Fuente: Fotografía del Autor

El peso de oro obtenido al final del tratamiento de la muestra se relaciona con el volumen de muestra tratada lo que da como resultado la ley en gr/m^3 .

En la zona de estudio se han clasificado cuatro capas que están muy claramente identificadas como:

- C-1.- Está conformada en sus primeros 20 cm por suelo color café oscuro con materia vegetal y humus, seguidamente los 180 cm de espesor es limo arenoso con poca arcilla, la potencia total de ésta capa alcanza una media de 2 m. no contiene Au.

- C-2. – Es una grava de matriz arenosa muy deleznable con clastos redondeados a sub redondeados < 30 cm de diámetro, en algunos casos presenta un sub estrato de gravas finas con clastos cubiertos por pátinas de oxidación los óxidos le dan una coloración café claro a café oscuro. El contenido de Au en ésta capa oscila entre 0,09 a 0,1 g/m³.
- C-3.- Grava arenosa de color gris a gris verdosa en algunos lugares tiende a presentar tonalidades gris amarillentas, contiene clastos > 30 cm y < a 100 cm dichos clastos son de origen volcánico mayormente aunque también se observa clastos de pórfidos y granitos, una característica importante es la presencia de rodados de jaspers. Una potencia media de 1,5 m. Presenta buen contenido de Au 0,18 a 0,30 g /m³.
- C-4.- Grava arcillo arenosa color gris azulada de textura compacta, en ocasiones se torna verdosa, con clastos ligeramente meteorizados, en su mayoría de origen volcánico pero también presenta rodados de intrusivos, la potencia de esta varía entre 1,5 a 2,2 m el contenido de Au es de interés 0,2 a 0,35 g/m³.

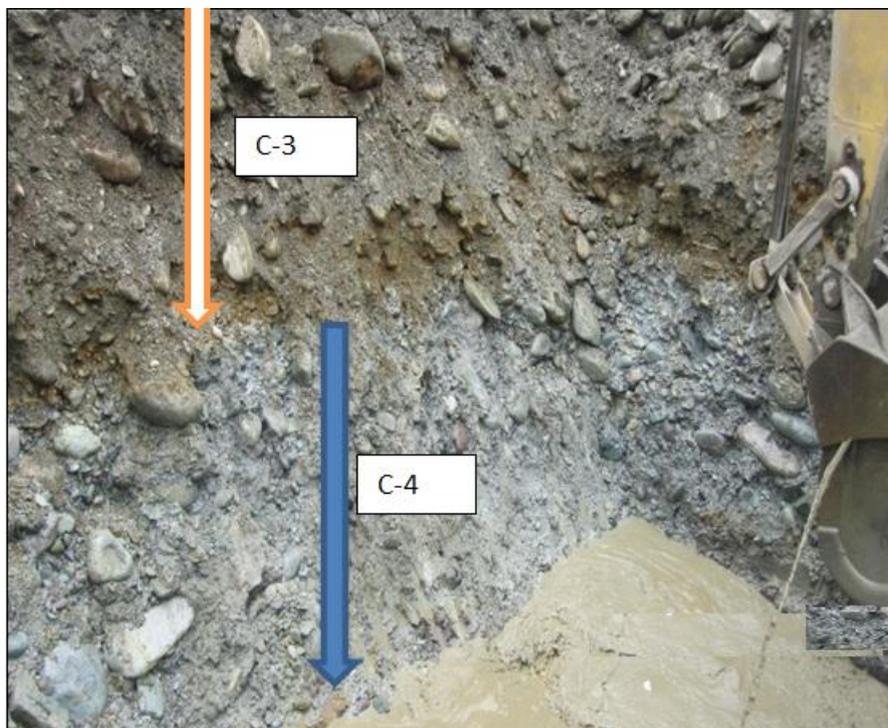


Figura 34. Capas C-3 y C-4, se observa la diferencia de color en las dos capas.
Fuente: Fotografía del Autor

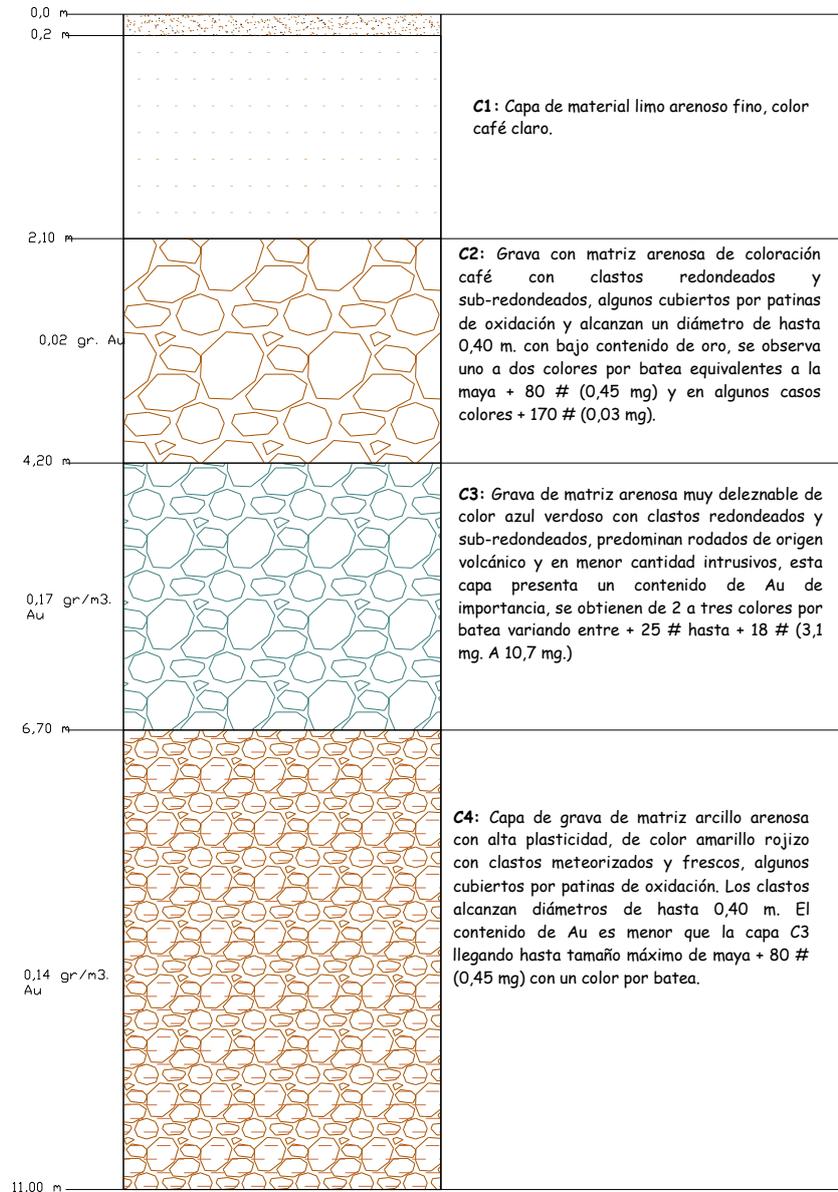


Figura 35. Bedrock: Lutitas Fm. Napo.
Fuente: Fotografía del Autor

6.3.3. Litología

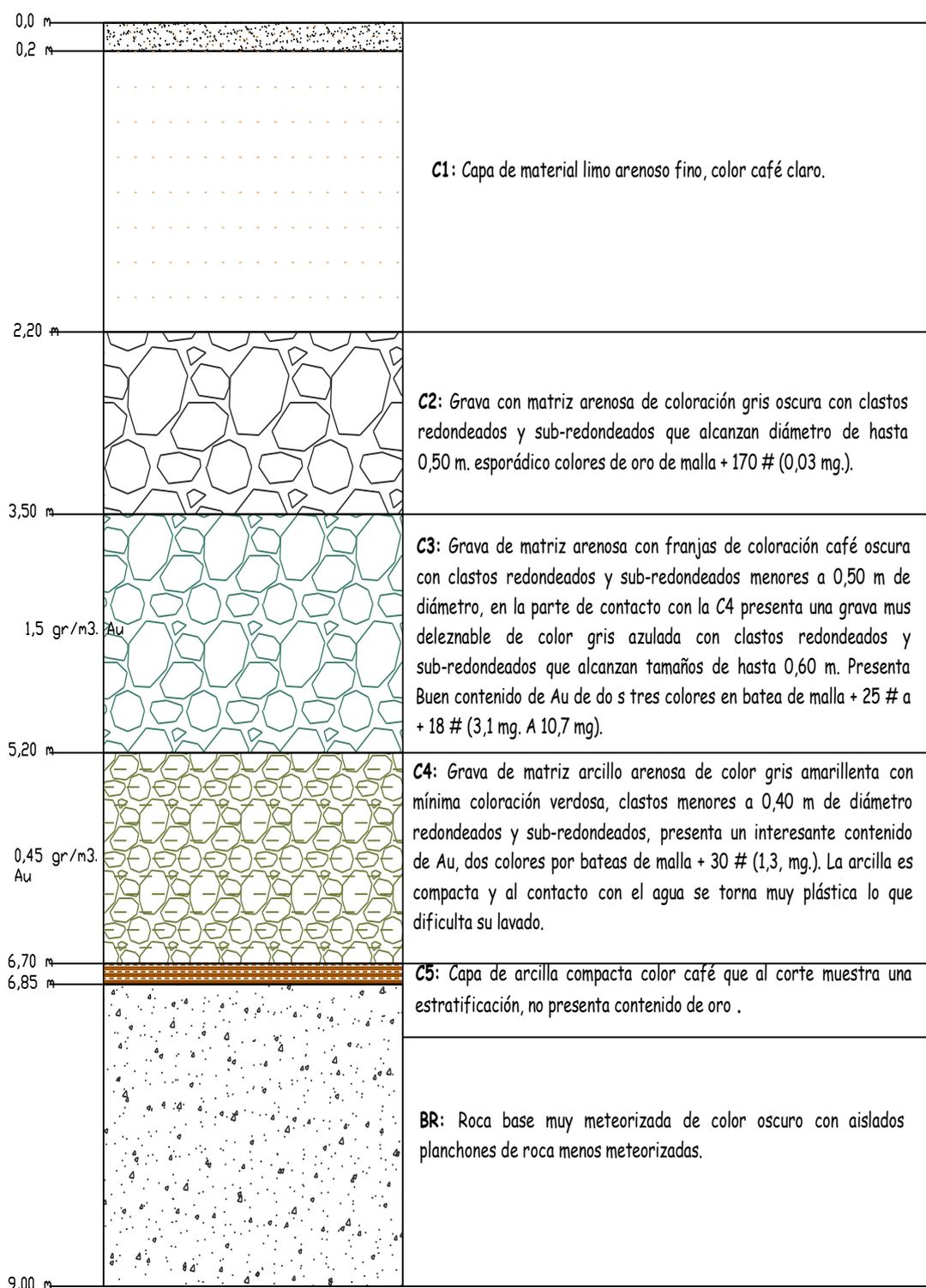
Durante los trabajos de exploración se han podido observar en los afloramientos naturales como en el caso de las riveras del río en el sector Yuma donde la terraza está elevada con referencia al lecho actual del río, además de los afloramientos artificiales obtenidos en las labores de exploración en el sector del BBSPA, los varios rasgos litológicos dentro de toda el área de estudio se han encontrado una secuencia estándar de las diferentes capas, las mismas que varían en potencia y también en contenido mineral, la granulometría se ha resumido en los diversos cuadros que describen en porcentajes los diámetros de los sedimentos, arenas, gravas finas, gravas gruesas y boulders que alcanzan hasta los 600 mm aunque muy esporádicos pueden llegar a medir hasta 2000 mm. A continuación se detallan dos columnas litológicas correspondientes a las trincheras GL-TR-01 y GL-TR-02, con la descripción de las capas y contenidos mineral en las mismas.

GLQ-TR-01



Figuras 36. Descripción de los perfiles evidenciados en las calicatas
Fuente: Elaborado por el Autor.

GLQ-TR-02



Figuras 37. Descripción de los perfiles evidenciados en las calicatas
Fuente: Elaborado por el Autor.

Litología de las Calicatas .- Las calicatas realizadas en toda el área muestran una concordancia en cuanto a la secuencia y distribución de las capas, pero las potencias de las capas varían especialmente la capa C1 que va desde 1,8 m hasta 3,5 m, a lo largo del corte #2 la capa de suelo se muestra uniforme, de igual manera la capa de grava estéril que es la C2 tiene una potencia media de 2 m (ver fig. 38 a la 48), es muy importante citar las capas auríferas que tienen una potencia de 1,5 m cada una, únicamente en la cercanía del río entre la Pisc #1 Pisc #2 se nota un incremento de la potencia de grava C4. Los tres cortes litológicos 1,2 y 3 muestran la morfología del bedrock (ver mapa # 4) donde en el corte muestra una profundización hacia el oeste del yacimiento esto se observa en la Pics#9. Luego en el corte #2 se observa una variación de potencias como indicador del paleocanal (ver corte litológico #2) y el corte 3 muestra una uniformidad en potencia y conformación de las capas (ver corte litológico #3).

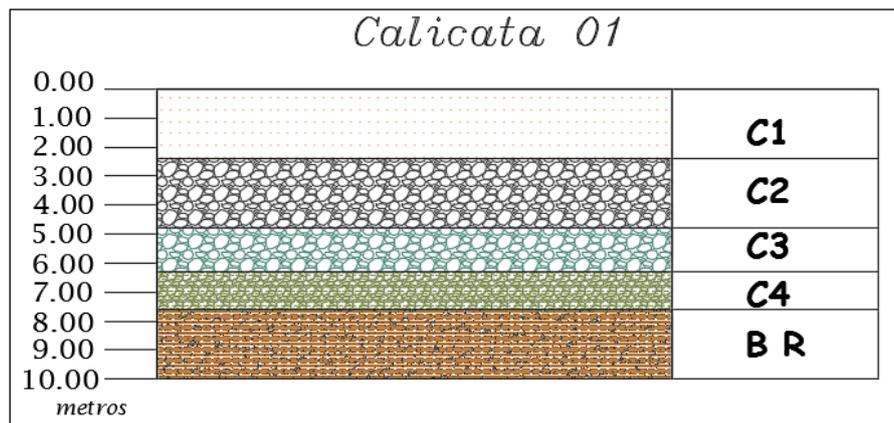


Figura 38: Litología de la calicata 01
Fuente: Elaborado por el Autor

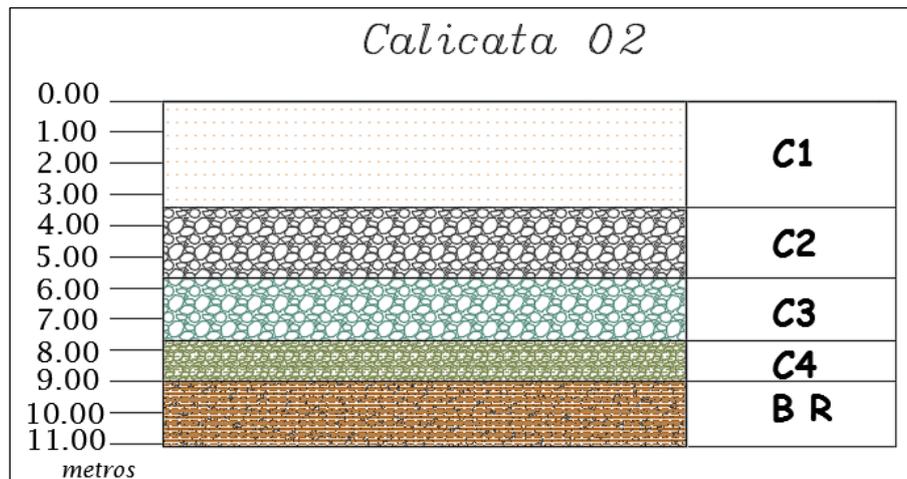


Figura 39: Litología de la calicata 02
Fuente: Elaborado por el Autor

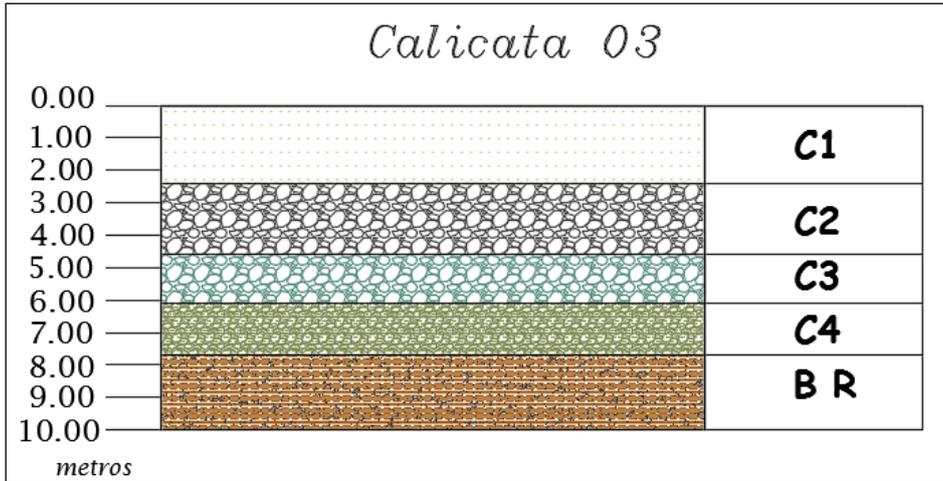


Figura 40: Litología de la calicata 03
Fuente: Elaborado por el Autor

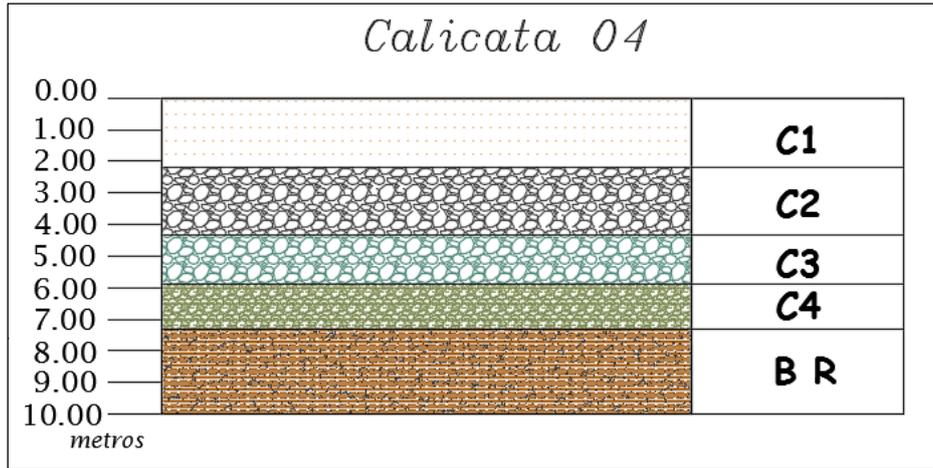


Figura 41: Litología de la calicata 04
Fuente: Elaborado por el Autor

Litología de las Piscinas

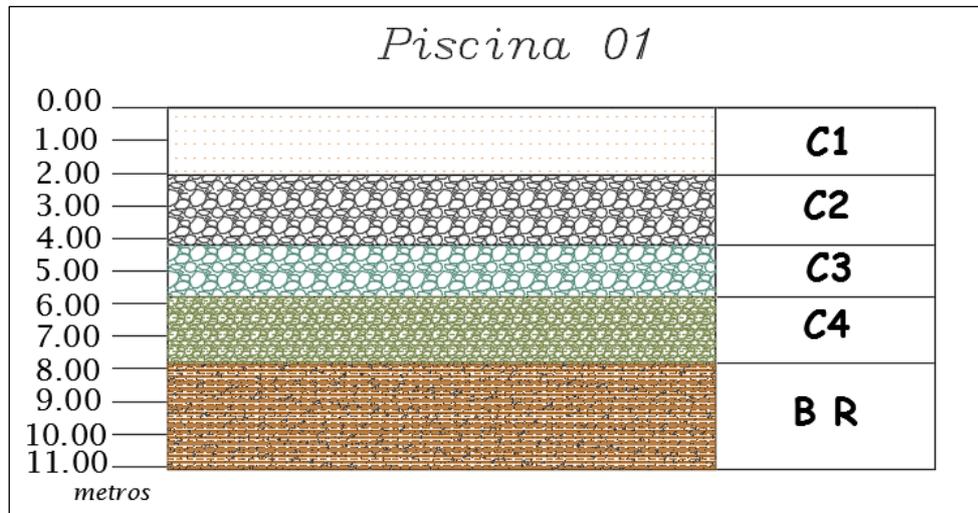


Figura 42: Litología de la Piscina 01
Fuente: Elaborado por el Autor

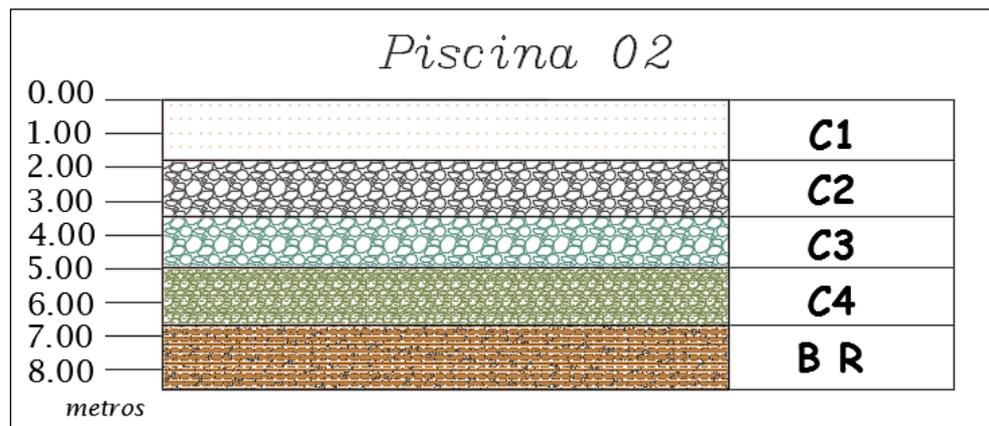


Figura 43: Litología de la Piscina 02
Fuente: Elaborado por el Autor

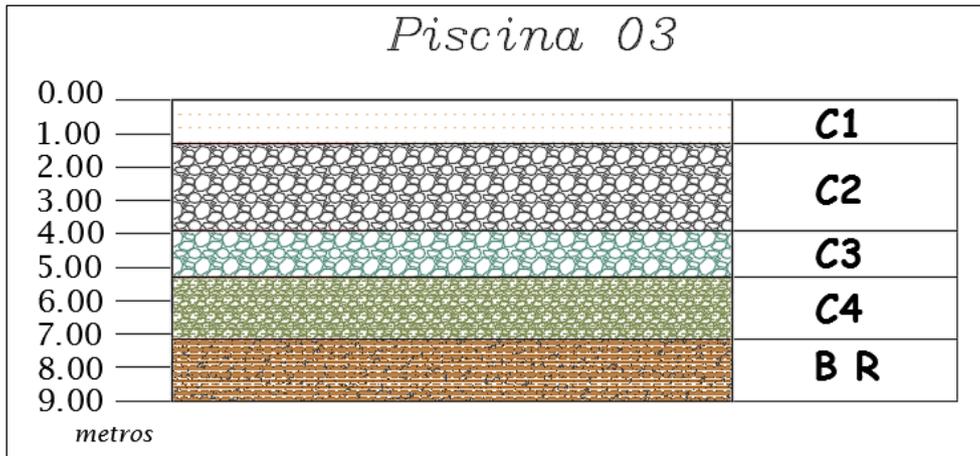


Figura 44: Litología de la calicata 03
Fuente: Elaborado por el Autor

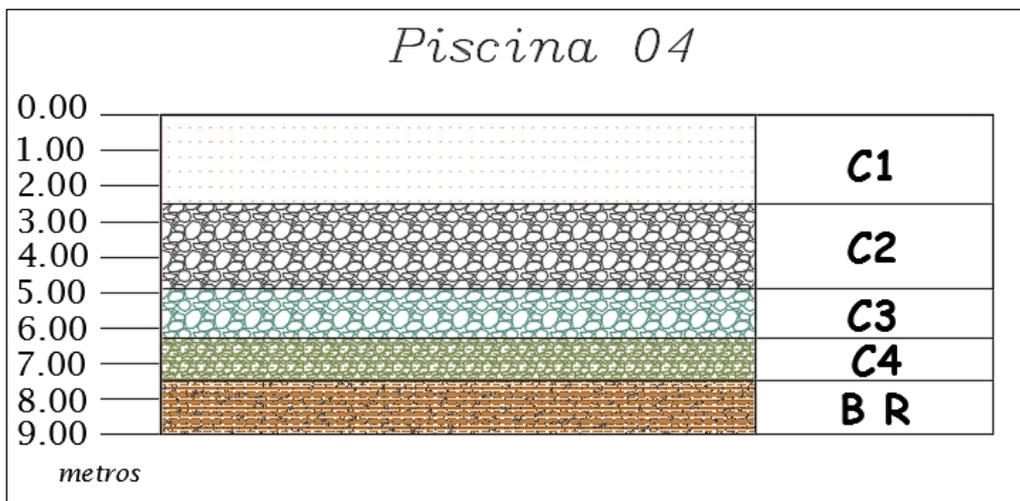


Figura 45: Litología de la calicata 04
Fuente: Elaborado por el Autor

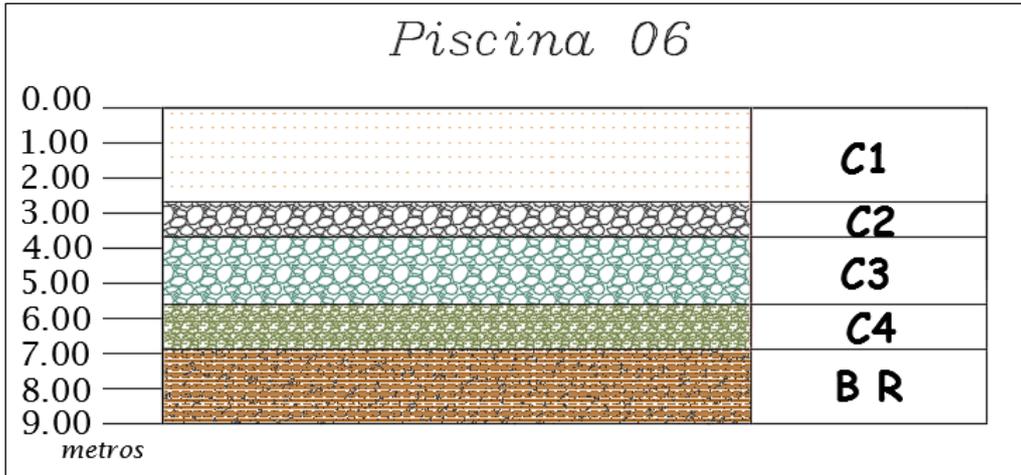


Figura 46: Litología de la calicata 06
Fuente: Elaborado por el Autor

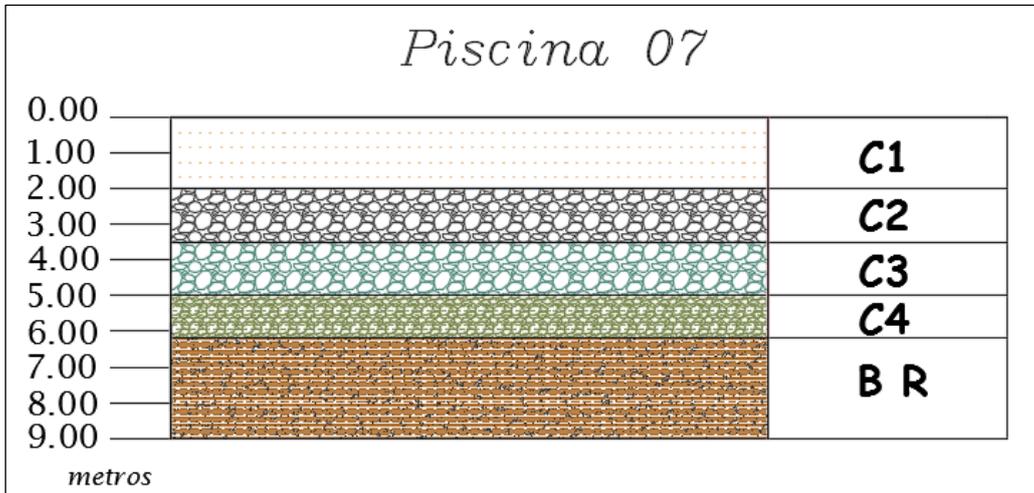


Figura 47: Litología de la calicata 07
Fuente: Elaborado por el Autor

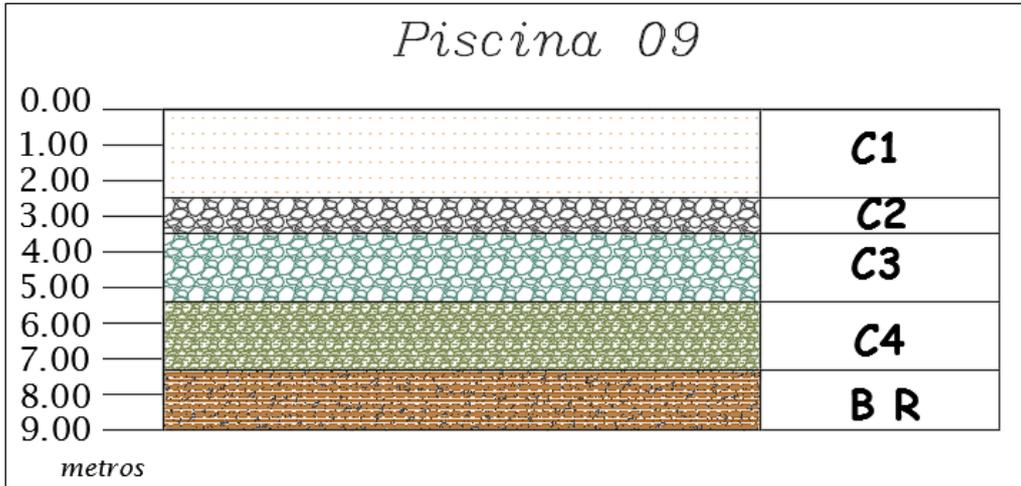


Figura 48: Litología de la calicata 09
Fuente: Elaborado por el Autor

MAPA 3.
CORTES LITOLÓGICOS

MAPA 4.
GEOLOGÍA LOCAL

El área de estudio comprende parte de la llanura amazónica abarca la mayor parte de la cuenca, comprende rocas sedimentarias del Terciario a Cuaternario y depósitos cuaternarios recientes. El paisaje es una planicie colinada con pendientes suaves; las alturas varían de 250 a 800 msnm. Los afloramientos del sector muestran las características de las dos Formaciones presentes en el lugar como son la Fm Napo y la Fm Hollín. (Ver Mapa # 4).

El área presenta un basamento de rocas metamórficas precámbricas y paleozoicas, sobre el cual se han desarrollado facies geológicas posteriores, así:

- Una facie sedimentaria durante el Jurásico que consta de areniscas y lutitas.
- Una facie continental en el Cretáceo inferior, presentando areniscas con estratificación cruzada. Cretáceo: Rocas sedimentarias (Ks). Afloran principalmente sobre la parte este de la zona subandina; correspondiendo a las formaciones Hollín y Napo. Están constituidas de lutitas, limolitas, areniscas y calizas.

Criterio Técnico.- Las diferentes rocas metamórficas hacen de rífler naturales y actúan en la disminución de la velocidad de las aguas del río Bomboiza permitiendo la depositación de materiales como: limos arenas gravas de diferente tamaño hasta boulders, que forman las terrazas ubicadas hacia ambos lados del cauce del río. Los aportes de los materiales diferentes de los ríos Cuyes y Cuchipamba dan una característica diversa a las gravas y el tipo de oro del Bomboiza. Observando el sector Tunduli desde la parte alta de la cordillera se distingue el saliente de la curva del Tunduli donde la roca de la Fm Hollin forma un rifle natural muy grande, en este sitio se observa la reciente depositación y la variación de los cauces en la playa en el margen izquierdo. Un detalle muy notorio es la textura de las gravas recientes que tienen una potencia de hasta 4 m son arenosas y de bajo contenido de mineral, pero luego los siguientes tres metros la matriz, composición y contenido de los dos niveles de las terrazas muestran una clara diferencia. La geología varía mucho comparativamente entre los tres lugares estudiados en el proyecto: al inicio de la concesión al límite de la parroquia El Ideal se observa que las terrazas están hacia el margen derecho y en

posición elevadas con respecto al cauce actual. La potencia varía entre 6 a 7 m. En el Tunduli la ubicación de las terrazas están en ambos lados del cauce los trabajos se han focalizado en el margen izquierdo del cauce. Finalmente las terrazas del sector Cupiambritza a 3 Km aguas abajo con relación al Tunduli tienen una característica totalmente diferente a las antes citadas y la potencia

La Formación Hollín se encuentra hacia el N y NE de la zona de trabajo siguiendo el cambio de pendiente y de manera progresiva hacia la colina se encuentran constituidas principalmente por conglomerados, areniscas y arcillolitas. Las areniscas cuarzosas blancas epicontinentales de la Formación Hollín, sobreyacen a varias rocas Pre – Aptienses a través de la región Oriental del Ecuador. La formación tiene un espesor de 80 a 240 metros e incluye lutitas fracturadas. Las cuarcitas de Hollín afloran extensamente en la zona subandina, particularmente estando ampliamente expuestos en algunas partes del levantamiento Napo.

Formación Napo.- El Grupo Napo quizás es la secuencia más importante en el Oriente Ecuatoriano, consiste de una sucesión de lutitas negras, calizas grises a negras y areniscas calcáreas. La formación varía en espesores menos de 200 metros hasta más de 700 metros, sobreyace concordante a la Hollín por todo el Oriente

Depósitos Aluviales.-Sedimentos cuaternarios recientes (Qs). Depósitos aluviales y de terrazas holocénicos constituidos de arenas, limos y arcillas. Se presentan principalmente en las riveras del río Bomboiza y los otros grandes ríos de la llanura oriental. (Ver Mapa# 4).

6.4. Reservas

6.4.1. Reserva Mineral

Una vez delimitada el área considerando la morfología y concentración de mineral se realizó el cálculo de reservas minerales.

Los mapas topográfico y geológico con los respectivos cortes, permiten la descripción minuciosa de los perfiles evidenciados y se miden la potencia de las capas en las trincheras se identifica la capa aurífera que permitirá el cálculo de reservas probadas, además se estima un volumen de reservas probables considerando la forma de la terraza. Las reservas del proyecto se han dividido en probadas y probables, las probadas están delimitadas por las labores ejecutadas que comprenden un área de 5,56 hectáreas. Reservas probables 4,77 hectáreas (ver mapa #5). Zona explotada 0,81 hectáreas. Ver tabla de coordenadas.

Tabla 17. Coordenadas del polígono de Reservas Probadas

PUNTOS	X	Y
1	767434,1	9620461,33
2	767472,17	9620568,87
3	767510,38	9620658,55
4	767682,88	9620647,48
5	767776,82	9620622,83
6	767665,85	9620427,19
7	767563,92	9620424,93
8	767516,49	9620446,57

Fuente: Elaborado por el Autor

Tabla 18. Coordenadas del polígono de Reservas Probables

PUNTOS	X	Y
9	767512,95	9620704,47
10	767569,44	9620730,5
11	767599,73	9620719,39
12	767614,4	9620685,26
13	767668,51	9620692,56
14	767708,98	9620672,04
15	767717,15	9620656,07
5	767776,82	9620622,83
16	767819,91	9620536,74
17	767821,97	9620457,86
18	767759,83	9620305,39

Fuente: Elaborado por el Autor

6.4.1.1. Evaluación de Reservas

✓ Cálculo por la metodología del Inverso Cuadrado de la Distancia

a. Cálculo del Área del Bloque

Fórmula de Herón:

- Semiperímetro del Triángulo

$$s = \frac{a + b + c}{2}$$

Donde, a, b, c = lados del triángulo

$$A_A = \sqrt{s(s - a)(s - b)(s - c)}$$

ÁREA DEL BLOQUE "A"

$$s = \frac{114,09 + 83,71 + 130,06}{2} = 163,93$$

$$A_A = \sqrt{163,93(163,93 - 114,09)(163,93 - 83,71)(163,93 - 130,06)}$$

$$A = 4711,586\text{m}^2$$

ÁREA DEL BLOQUE "B"

$$s = \frac{130,06 + 52,13 + 170,67}{2} = 176,43$$

$$A_B = \sqrt{176,43(176,43 - 130,06)(176,43 - 52,13)(176,43 - 170,67)}$$

$$A_B = 2420,202\text{m}^2$$

ÁREA DEL BLOQUE "C"

$$s = \frac{170,67 + 101,95 + 239,97}{2} = 256,295$$

$$A_C = \sqrt{256,295 (256,295 - 170,67)(256,295 - 101,95)(256,295 - 239,97)}$$

$$A_C = 7436,066\text{m}^2$$

ÁREA DEL BLOQUE “D”

$$s = \frac{97,48 + 239,97 + 278,82}{2} = 308,135$$

$$A_D = \sqrt{308,135 (308,135 - 97,48)(308,135 - 239,97)(308,135 - 278,82)}$$

$$A_D = 11388,908\text{m}^2$$

ÁREA DEL BLOQUE “E”

$$s = \frac{278,82 + 220,96 + 172,88}{2} = 336,33$$

$$A_E = \sqrt{336,33 (336,33 - 278,82)(336,33 - 220,96)(336,33 - 172,88)}$$

$$A_E = 19098,242\text{m}^2$$

ÁREA DEL BLOQUE “F”

$$s = \frac{220,96 + 224,92 + 97,14}{2} = 271,51$$

$$A_F = \sqrt{271,51(271,51 - 220,96)(271,51 - 224,92)(271,51 - 97,14)}$$

$$A_F = 10559,315\text{m}^2$$

b. Cálculo de la Potencia Promedio de grava aurífera del Bloque

$$\text{Potencia Promedio} = \frac{\sum \text{Potencias}}{n}$$

Donde,

n = número de potencias

POTENCIA PROMEDIO BLOQUE “A”

$$P_A = \frac{P_{pisc\ 01} + P_{pisc\ 04} + P_{pisc\ 07}}{3}$$

$$P_A = \frac{3,835\text{ m} + 3,7\text{ m} + 2,4\text{ m}}{3}$$

$$P_A = 3,312 \text{ m}$$

POTENCIA PROMEDIO BLOQUE “B”

$$P_B = \frac{P_{\text{pisc 04}} + P_{\text{pisc 07}} + P_{\text{pisc 09}}}{3}$$

$$P_B = \frac{3,7 \text{ m} + 2,4 \text{ m} + 3,6 \text{ m}}{3}$$

$$P_B = 3,233 \text{ m}$$

Tabla 19. Resumen de áreas del sector de estudio

ÁREA GLOBAL	ÁREA RESERVA PROBADA	ÁREA EXPLOTADA	ÁREA RESERVA PROBABLE
m ²	m ²	m ²	m ²
103419,87	55620,53	8144	47799,34

Fuente: Elaborado por el Autor

POTENCIA PROMEDIO BLOQUE “C”

$$P_C = \frac{P_{\text{pisc 09}} + P_{\text{PGL_TR 01}} + P_{\text{pisc 04}}}{3}$$

$$P_C = \frac{3,6 \text{ m} + 3,7 \text{ m} + 3,7 \text{ m}}{3}$$

$$P_C = 3,667 \text{ m}$$

POTENCIA PROMEDIO BLOQUE “D”

$$P_D = \frac{P_{\text{pisc 04}} + P_{\text{PGL_TR 01}} + P_{\text{PCal 01}}}{3}$$

$$P_D = \frac{3,7 \text{ m} + 3,7 \text{ m} + 3,6 \text{ m}}{3}$$

$$P_D = 3,667 \text{ m}$$

POTENCIA PROMEDIO BLOQUE “E”

$$P_E = \frac{P_{\text{PCal 01}} + P_{\text{PGL_TR 01}} + P_{\text{PCal 03}}}{3}$$

$$P_E = \frac{3,6 \text{ m} + 3,7 \text{ m} + 3,9 \text{ m}}{3}$$

$$P_E = 3,733 \text{ m}$$

POTENCIA PROMEDIO BLOQUE “F”

$$P_F = \frac{\text{PCal 03} + \text{PGL_TR 01} + \text{PCal 04}}{3}$$

$$P_F = \frac{3,9 \text{ m} + 3,7 \text{ m} + 3,4 \text{ m}}{3}$$

$$P_F = 3,667 \text{ m}$$

c. Cálculo del Volumen del Bloque

$\text{Volumen} = \text{Área}_{\text{Bloque}} \times \text{Potencia}_{\text{Promedio-Bloque}}$
--

VOLUMEN DEL BLOQUE “A”

$$V_A = A_A \times P_A$$

$$V_A = 4711,586 \text{ m}^2 \times 3,312 \text{ m}$$

$$V_A = 15603,204 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DEL BLOQUE “B”

$$V_B = A_B \times P_B$$

$$V_B = 2420,202 \text{ m}^2 \times 3,233 \text{ m}$$

$$V_B = 7825,319 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DEL BLOQUE “C”

$$V_C = A_C \times P_C$$

$$V_C = 7436,066 \text{ m}^2 \times 3,667 \text{ m}$$

$$V_C = 27265,575 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DEL BLOQUE “D”

$$V_D = A_D \times P_D$$

$$V_D = 11388,908 \text{ m}^2 \times 3,667 \text{ m}$$

$$V_D = 41759,328 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DEL BLOQUE “E”

$$V_E = A_E \times P_E$$

$$V_E = 19098,242 \text{ m}^2 \times 3,733 \text{ m}$$

$$V_E = 71300,104 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DEL BLOQUE “F”

$$V_F = A_F \times P_F$$

$$V_F = 10559,315 \text{ m}^2 \times 3,7667 \text{ m}$$

$$V_F = 38717,487 \text{ m}^3$$

d. Cálculo de la Ley del Bloque

$$\text{Ley del Bloque} = \frac{\frac{L1}{d1^2} + \frac{L2}{d2^2} + \frac{L3}{d3^2}}{\frac{1}{d1^2} + \frac{1}{d2^2} + \frac{1}{d3^2}}$$

Donde,

L = Ley del pozo

LEY DEL BLOQUE “A”

$$LB_A = \frac{\frac{LPisc\ 01}{d1^2} + \frac{LPisc\ 04}{d2^2} + \frac{LPisc\ 07}{d3^2}}{\frac{1}{d1^2} + \frac{1}{d2^2} + \frac{1}{d3^2}}$$

$$LB_A = \frac{\frac{0,22184141 \text{ gr/m}^3}{(50,69 \text{ m})^2} + \frac{0,09902478 \text{ gr/m}^3}{(70,64 \text{ m})^2} + \frac{0,51220433 \text{ gr/m}^3}{(62,21 \text{ m})^2}}{\frac{1}{(50,69 \text{ m})^2} + \frac{1}{(70,64 \text{ m})^2} + \frac{1}{(62,21 \text{ m})^2}}$$

$$LB_A = 0,28129 \text{ gr/m}^3$$

LEY DEL BLOQUE “B”

$$LB_B = \frac{\frac{LPisc\ 07}{d4^2} + \frac{LPisc\ 04}{d5^2} + \frac{LPisc\ 09}{d6^2}}{\frac{1}{d4^2} + \frac{1}{d5^2} + \frac{1}{d6^2}}$$

$$LB_B = \frac{\frac{0,51220433 \text{ gr/m}^3}{(33,2 \text{ m})^2} + \frac{0,09902478 \text{ gr/m}^3}{(99,97 \text{ m})^2} + \frac{0,21057814 \text{ gr/m}^3}{(71,82 \text{ m})^2}}{\frac{1}{(33,2 \text{ m})^2} + \frac{1}{(99,97 \text{ m})^2} + \frac{1}{(71,82 \text{ m})^2}}$$

$$LB_B = 0,42910 \text{ gr/m}^3$$

LEY DEL BLOQUE “C”

$$LB_C = \frac{\frac{LPisc 09}{d7^2} + \frac{LGL - TR 01}{d8^2} + \frac{LPisc 04}{d9^2}}{\frac{1}{d7^2} + \frac{1}{d8^2} + \frac{1}{d9^2}}$$

$$LB_C = \frac{\frac{0,21057814 \text{ gr/m}^3}{(48,85 \text{ m})^2} + \frac{0,155 \text{ gr/m}^3}{(108,93 \text{ m})^2} + \frac{0,09902478 \text{ gr/m}^3}{(134,61 \text{ m})^2}}{\frac{1}{(48,85 \text{ m})^2} + \frac{1}{(108,93 \text{ m})^2} + \frac{1}{(134,61 \text{ m})^2}}$$

$$LB_C = 0,19117 \text{ gr/m}^3$$

LEY DEL BLOQUE “D”

$$LB_D = \frac{\frac{LPisc 04}{d10^2} + \frac{LGL - TR 01}{d11^2} + \frac{LCal 01}{d12^2}}{\frac{1}{d10^2} + \frac{1}{d11^2} + \frac{1}{d12^2}}$$

$$LB_D = \frac{\frac{0,09902478 \text{ gr/m}^3}{(78,84 \text{ m})^2} + \frac{0,155 \text{ gr/m}^3}{(170,97 \text{ m})^2} + \frac{0,136 \text{ gr/m}^3}{(113,79 \text{ m})^2}}{\frac{1}{(78,84 \text{ m})^2} + \frac{1}{(170,97 \text{ m})^2} + \frac{1}{(113,79 \text{ m})^2}}$$

$$LB_D = 0,11654 \text{ gr/m}^3$$

LEY DEL BLOQUE “E”

$$LB_E = \frac{\frac{LCal 01}{d13^2} + \frac{LGL - TR 01}{d14^2} + \frac{LCal 03}{d15^2}}{\frac{1}{d13^2} + \frac{1}{d14^2} + \frac{1}{d15^2}}$$

$$LB_E = \frac{\frac{0,136 \text{ gr/m}^3}{(135,99 \text{ m})^2} + \frac{0,155 \text{ gr/m}^3}{(157,5 \text{ m})^2} + \frac{0,174 \text{ gr/m}^3}{(94,09 \text{ m})^2}}{\frac{1}{(135,99 \text{ m})^2} + \frac{1}{(157,5 \text{ m})^2} + \frac{1}{(94,09 \text{ m})^2}}$$

$$LB_E = 0,16039 \text{ gr/m}^3$$

LEY DEL BLOQUE "F"

$$LB_F = \frac{\frac{LCal\ 03}{d16^2} + \frac{LGL - TR\ 01}{d17^2} + \frac{LCal\ 04}{d18^2}}{\frac{1}{d16^2} + \frac{1}{d17^2} + \frac{1}{d18^2}}$$

$$LB_F = \frac{\frac{0,174 \text{ gr/m}^3}{(85,59 \text{ m})^2} + \frac{0,155 \text{ gr/m}^3}{(145,06 \text{ m})^2} + \frac{0,182 \text{ gr/m}^3}{(88,96 \text{ m})^2}}{\frac{1}{(85,59 \text{ m})^2} + \frac{1}{(145,06 \text{ m})^2} + \frac{1}{(88,96 \text{ m})^2}}$$

$$LB_F = 0,17434 \text{ gr/m}^3$$

e. Cálculo de Reservas Probadas por Bloque

Reserva por Bloque = Ley del Bloque x Volumen del Bloque

RESERVA DEL BLOQUE "A"

$$RB_A = LB_A \times V_A$$

$$RB_A = 0,28129 \text{ gr/m}^3 \times 15603,204 \text{ m}^3$$

$$RB_A = 4389,099 \text{ g}$$

RESERVA DEL BLOQUE "B"

$$RB_B = LB_B \times V_B$$

$$RB_B = 0,42910 \text{ gr/m}^3 \times 7825,319 \text{ m}^3$$

$$RB_B = 3357,869 \text{ g}$$

RESERVA DEL BLOQUE “C”

$$RB_C = LB_C \times V_C$$

$$RB_C = 0,19117 \text{ gr/m}^3 \times 27265,575 \text{ m}^3$$

$$RB_C = 5212,335 \text{ g}$$

RESERVA DEL BLOQUE “D”

$$RB_D = LB_D \times V_D$$

$$RB_D = 0,11654 \text{ gr/m}^3 \times 41759,328 \text{ m}^3$$

$$RB_D = 4866,751 \text{ g}$$

RESERVA DEL BLOQUE “E”

$$RB_E = LB_E \times V_E$$

$$RB_E = 0,16040 \text{ gr/m}^3 \times 71300,104 \text{ m}^3$$

$$RB_E = 11436,237 \text{ g}$$

RESERVA DEL BLOQUE “F”

$$RB_F = LB_F \times V_F$$

$$RB_F = 0,17435 \text{ gr/m}^3 \times 38717,487 \text{ m}^3$$

$$RB_F = 6750,307 \text{ g}$$

TOTAL DE RESERVAS PROBADAS = 36012,599 g Au

f. Cálculo del Volumen del Yacimiento

$V_{YACIMIENTO} = \sum \text{Volumen de Bloques}$

$$V_{YACIMIENTO} = V_A + V_B + V_C + V_D + V_E + V_F$$

$$V_{YACIMIENTO} = 15603,204 \text{ m}^3 + 7825,319 \text{ m}^3 + 27265,575 \text{ m}^3 + 41759,328 \text{ m}^3 + 71300,104 \text{ m}^3 + 38717,487 \text{ m}^3$$

$$V_{YACIMIENTO} = 202471,018 \text{ m}^3$$

g. Cálculo de la Ley Promedio Ponderada

$$\mathbf{Ley\ promedio\ ponderada = \frac{\sum(Ley_{BLOQUE} \times V_{BLOQUE})}{\sum V_{BLOQUE}}}$$

$$\mathbf{Ley\ promedio\ ponderada = \frac{36012,599\ g\ Au}{202471,018\ m^3}}$$

$$\mathbf{Ley\ promedio\ ponderada = 0,1778\ \frac{g\ Au}{m^3}}$$

Tabla 20. Resumen de cálculos de Reservas

BLOQUE	LABORES	POTENCIA A (m)	POTENCIA PROMEDIO (m)	LEY DEL POZO (g/m ³)	ÁREA DEL BLOQUE (m ²)	VOLÚMENES DEL BLOQUE (m ³)	DISTANCIA (m)		LEY DEL BLOQUE (g Au/m ³)	RESERVAS PROBADAS POR BLOQUE (g Au)
A	PISC 01	3,835	3,312	0,2218	4711,586	15603,204	d1	50,69	0,28129	4389,099
	PISC 04	3,7		0,0990			d2	70,64		
	PISC 07	2,4		0,5122			d3	62,21		
B	PISC 07	2,4	3,233	0,5122	2420,202	7825,319	d4	33,2	0,42910	3357,869
	PISC 04	3,7		0,0990			d5	99,97		
	PISC 09	3,6		0,2106			d6	71,82		
C	PISC 09	3,6	3,667	0,2106	7436,066	27265,575	d7	48,85	0,19117	5212,335
	GL-TR 01	3,7		0,155			d8	108,93		
	PISC 04	3,7		0,0990			d9	134,61		
D	PISC 04	3,7	3,667	0,0990	11388,908	41759,328	d10	78,84	0,11654	4866,751
	GL-TR 01	3,7		0,155			d11	170,97		
	CAL 01	3,6		0,136			d12	113,79		
E	CAL 01	3,6	3,733	0,136	19098,242	71300,104	d13	135,99	0,16040	11436,237
	GL-TR 01	3,7		0,155			d14	157,5		
	CAL 03	3,9		0,174			d15	94,09		
F	CAL 03	3,9	3,667	0,174	10559,315	38717,487	d16	85,59	0,17435	6750,307
	GL-TR 01	3,7		0,155			d17	145,06		
	CAL 04	3,4		0,182			d18	88,96		
TOTAL						202471,018	TOTAL		36012,599	

Fuente: Elaborado por el Autor

Para los cálculos de reservas, se utilizó el mapa de Reservas probadas y probables; donde se graficó la triangulación entre pozos.

De lo detallado en el cuadro anterior se resumen que se moverán un total de: 222.464,00 m³ de material estéril, conformada por las capas C1 y C2, y 202 471,018 m³ de grava aurífera en las que se suman las potencias de C3 y C4. (Ver mapa # 5).

Las reservas probables se han calculado tomando en consideración el área por coordenada y el cálculo antes mencionado lo que da un total de 47799 m² por una potencia de 3 metros tenemos una reserva probable de 143397 m³.

Tabla 26. Reservas probadas probables y material estéril

Material estéril m³	Reservas probadas m³	Ley media gr/Au	gr / Au	Reservas probables m³	Ley media probable m³
222464	202471,018	0,22	44,543.62	143397	0,17

Fuente: Elaborado por el Autor

MAPA 5.
RESERVAS
PROBADAS Y PROBABLES

6.5. Explotación Actual de Yacimiento

Debido a la dimensión de la terraza y a sus parámetros técnico-mineros, el método a aplicarse es a cielo abierto en bloques que a su vez están formados por varias piscinas cada bloque, el avance se muestra en el plano (Ver mapa # 6), el beneficio se basa en el principio de utilizar la fuerza de gravedad como medio de concentración para separar los granos de minerales de diferentes pesos específicos, que existían en la grava a tratar, cuando estos granos se encuentran suspendidos en un medio líquido en turbulencia. En esta acción los granos de minerales más pesados, tienden a hundirse hacia el fondo de rifles, conos, lonas y mallas que los contienen, los livianos son arrastrados por la corriente del líquido en turbulencia. En la explotación de pequeños yacimientos aluviales o placeres se usan los siguientes métodos: la batea, criba, zarandas vibratorias, jigs, centrífugos, tornillos sinfín etc. Ver Anexo 1.

6.5.1. Delimitación de área Actual a Explotar

El área se delimita en base a los valores obtenidos durante la exploración y la topografía del terreno, en las zonas periféricas se dejarán franjas de seguridad como es el caso del límite hacia el río y hacia los propietarios colindantes, el perímetro del límite de la zona a explotar es: al Norte con cerca de alambres de púas de terrenos colindantes, al Sur cerca de alambres de púas, al Este con la vía Zamora – Gualaquiza, al Oeste con el río Bomboiza. El área dentro de las coordenadas en el Manifiesto de Explotación comprende un total de 16 hectáreas mineras, pero el área efectiva de explotación debido que son del Dr. Harvey Merlyn en la zona de terraza es de 10,34 hectáreas mineras.



Figura 49. Panorámica del área de estudio- BBSPA sector Tunduli
Fuente: Fotografía del Autor

6.6. Descripción del Sistema Actual de Explotación

6.6.1. Destape y preparación

El destape en la actualidad se está realizando con el uso de un tractor D65EX (zapatón) marca Komatsu con el cual se acumula la capa vegetal y el limo de la primera capa en la periferie de la piscina que se está abriendo para producción las mismas que tienen un ancho de 40m x 30 m , con una profundidad media de 7,5 metros, de los cuales los dos primeros metros lo conforman la capa vegetal y suelo areno arcilloso suelto, seguidamente está una capa de grava estéril con una potencia que varía entre 1.7 a 2 metros. Por lo tanto considerando la superficie de la piscina que es de 1200 m², el volumen del material en las escombreras para cada piscina será con la primera capa será de 2040 a 2400 m³ y debido a que la segunda capa a pesar de ser gravas pero que tienen un bajo contenido de mineral también se hace un stock que tiene un volumen de 2400 m³. Las escombreras alcanzan una altura de hasta 4 m, las mismas están ubicadas junto a las piscinas en construcción, estas labores presentan el inconveniente de la distancia al momento del acarreo y formación, de igual manera al momento de la reposición y reconfiguración del terreno luego de la explotación lo que incide en la elevación de costos.



Figura 50. Desbroce con tractor Komatsu D61EX
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 51. Área desbrozada
Fuente: Fotografía del Autor

6.6.2. Arranque

Durante el arranque de las gravas se utilizan dos excavadoras de oruga Komatsu PC 200 que tiene un alcance de 7m y una cuchara de 1 m³. La otra excavadora es una PC 350 que tiene un alcance de 7 m y un cucharón de 2 m³ la operación presenta un inconveniente debido a que el nivel freático está a solo 1,8 m de profundidad lo que las paredes de las piscinas se vuelvan muy inestables, para disminuir el problema se procede a realizar bombeo permanente que permiten controlar las aguas y sacarlas hacia las piscinas de recirculación del agua. Los volúmenes manejados en las escombreras de suelos se duplican con la acumulación de las gravas de la capa C-2 que tiene una potencia promedio de 2 m y que por su bajo contenido de mineral no es procesada. Seguidamente se está arrancando la grava aurífera de las capas C-3 y C4 que es procesada en la planta de tratamiento.



Figura 52. Piscina de producción, arranque de grava aurífera
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 53. Re banqueo de gravas y control de agua por bombeo
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 54. Transporte de gravas con uso de excavadoras (re banqueo)
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 55. Stock de gravas para lavado
Fuente: Fotografía del Autor

6.6.3. Beneficio

El proceso de beneficio se realiza en una zaranda vibratoria que tiene una capacidad de $70 \text{ m}^3 / \text{h}$, la tolva tiene una capacidad de 2 m^3 . La alimentación de la grava se realiza una pre-clasificación de las rocas sobredimensionadas en el arranque, y previo a la alimentación a la tolva con el uso de la excavadora PC 200. El ciclo de lavada continua al pasar por una parrilla de una abertura de $\frac{3}{4}$ " las colas mayores a $\frac{3}{4}$ " pasan al descolen directamente mientras que los de menor diámetro pasan a la siguiente clasificación a una malla de 0,5 cm de la misma forma los gruesos pasan a las colas y los finos van por canalones hacia los JIGS primarios que criban y descargan las colas mientras que los finos son procesados por gravimetría en medios densos, Los concentrados de los JIGS primarios pasan por medio de un tornillo sinfín hacia un JIG SECUNDARIO que concentra nuevamente y como producto se obtiene dos concentrados uno de arenas negras con Au y las colas . Finalmente el concentrado del JIG secundario pasa a una secuencia de matracas para disminuir el concentrado hasta un 20% que será tratado de manera manual con el uso de bateas y limpiar, sin embargo aún se requiere mayor proceso de limpieza para lo cual el producto de la batea es sometido a secado usando una estufa eléctrica y por fin se tamiza el concentrado seco para llegar al mineral casi limpio que es sometido a una separación magnética y pesado como producto final de Au obtenido.



Figura 56. Planta de beneficio
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 57. Proceso de lavado
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 58. Lavado de gravas y concentración gravimétrica.
Fuente: Fotografía del Autor

A continuación se muestra el plano de las operaciones que se han venido realizando, el mismo que muestra los bloques de explotación en sentido N-S y, si bien es cierto el propósito de dicho plan era poder obtener más información al lograr un corte transversal, ha causado un impacto visual, una de las razones para proponer la modificación en la optimización propuesta.

MAPA 6.
SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ACTUAL

6.6.4. Operaciones Auxiliares

Para la explotación actual se tiene adicionales como: Piscinas de clarificación, canal de recirculación de aguas usadas en el beneficio, sistemas de bombeo de aguas en el frente de explotación.



Figura 59. Punto bajo y bombas de agua para control del nivel freático
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 60. Piscinas de sedimentación y decantación
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 61. Piscinas para recirculación de aguas
Fuente: Fotografía del Autor

Vías internas.- Hay dos accesos de tipo temporal para llegar al sitio de producción, tienen una dimensión de 4 m de ancho por una longitud de 300 y 250 respectivamente, los ingresos desde la vía panamericana están ubicados en las coordenadas: X : 767666,28 Y: 9620735 y X: 767829,94 Y: 9620393.

6.6.5. Campamentos

La infraestructura del BB SPA construcción de tipo mixta de hormigón y madera dicha construcción tuvo inicialmente un propósito turístico pero en la actualidad sirve como sitio de alojamiento y alimentación del personal del proyecto de exploración y explotación preliminar de ANTEMIN, cuenta con 13 dormitorios debidamente acondicionados con baños individuales, los dormitorios son individuales y algunos de ellos son para dos personas. Además tiene oficinas área de dispensario, cuarto para liquidación de concentrados, salón de esparcimiento, área de bodega, cocina y comedor con una capacidad para 30 personas y sitio de parqueo.



Figura 62. BB SPA. Campamento Base de ATEMIN Y TIFEMA S.A.
Fuente: Fotografía del Autor



Figura 63. Construcción Mixta utilizada como Oficinas y Enfermería
Fuente: Fotografía del Autor

6.6.6. Personal del Proyecto



Cuadro 5. Personal del proyecto
Fuente: Elaborado por el Autor

✓ **Funciones del personal del Proyecto**

Gerente.- En la actualidad, existe consenso, entre muchos autores, al señalar que el término gerencia se puede definir como un proceso que implica la coordinación de todos los recursos disponibles en una organización (humanos, físicos, tecnológicos, financieros y conocimientos), para que a través del proceso de administración (planificación, organización, dirección y control) se logren objetivos previamente establecidos. Por lo tanto, se pueden distinguir tres aspectos claves al definir la gerencia como un proceso:

1. La coordinación de recursos de la organización;
2. La ejecución de las funciones gerenciales o también llamadas administrativas como medio de lograr la coordinación y,
3. El establecer el propósito del proceso gerencial; es decir el dónde queremos llegar o que es lo que deseamos lograr. Antes de seguir adelante es necesario saber por qué y cuándo es necesaria la gerencia, qué hace y cómo lo hace

Técnico Minero.- Será profesional capacitado para realizar la operación y supervisión de actividades de extracción y procesamiento de mineral, con énfasis en concentración y refinación.

Administrador.- Se encargará de mantener actualizada la información para el control de asistencia y puntualidad (Tarea de todo el personal de Unidad) Velará por el cumplimiento de las normas laborales, reglamentos, procedimientos y directivas institucionales.

Comunicar oportunamente cada uno de los movimientos de personal de la unidad (ingresos, ceses, rotaciones, promociones, traslados, vacaciones, licencias, suspensiones, administrar la emisión y renovación de los contratos de trabajo y coordinaciones con el cliente.

Informar sobre las comunicaciones internas y toda documentación relacionada a los colaboradores para uso interno y externo.

Velar y exigir el cumplimiento de las normas laborales señaladas por MT. Apoyar al Residente para consolidar, emitir y enviar los Requerimientos de personal.

Obrero de Mina Aluvial.- Personal cualificado, debidamente evaluado, conocedor de procedimientos y operación de bombas de agua, generadores y zarandas vibratorias, dotado de todos los elementos de seguridad.

Operadores de Maquinaria Pesada.- Con conocimiento de operación y experiencia en el área de la minería aluvial, deberá tener habilidades y destrezas para conformación de taludes y llevar rasantes de pisos.

Laboratoristas.- Se dedicarán al tratamiento de los concentrados para separación gravimétrica del Au y fundición final para obtener la retorta o el lingote.

6.6.7. Mantenimiento de equipos mecanizados

Al momento el mantenimiento de los equipos se lleva a cabo por parte de la compañía proveedora así por ejemplo: De los equipo pesados: excavadoras y el tractor se ocupa DITECA que es la representante comercial de KOMATSU en Ecuador, los mantenimientos los ejecutan con los controles de los horómetros con un máximo de 250 hrs de trabajo para mantenimientos preventivos. De igual manera los equipos de beneficio como son: Zaranda Vibratoria y jigs, bomba de agua de 6 ”, y el generador en lo referente a su mantenimiento están a cargo del proveedor (Sr. Max Maldonado), las operaciones las hacen In situ, teniendo cuidado con el manejo de los aceites, y grasas utilizadas que son debidamente embaladas para movilizarlos a Guayaquil a la planta de San Eduardo donde se los consumen como carburantes en el horno para el quemado del cemento.

6.7. Optimización del sistema de explotación

Para lograr una optimización del sistema de explotación se deberá realizar los trabajos de manera efectiva y constante, especialmente en lo que se refiere a pérdidas de tiempo de equipos por fallas mecánicas ocurridas por falta de previsión y mantenimientos también de contar con mano de obra calificada, en especial en el proceso de lavado y tratamiento de los concentrados en el laboratorio (room gold). A continuación la secuencia de trabajos que se ejecutan:

- ✓ Descapote y limpieza de la sobrecapa superficial
- ✓ Selección del estéril y el mineral
- ✓ Cargue del estéril y rebanqueo de mineral
- ✓ Lavado de gravas y concentración gravimétrica.
- ✓ Reposición de gravas lavadas, gravas estériles y suelos

6.7.1. Caracterización

La morfología del yacimiento determina que es un yacimiento Isométrico al presentar mineralización en varias direcciones donde ha decurrido el río en periodos anteriores ha conformado terrazas. La pendiente del sitio de estudio en especial en la zona que se ha considerado como área de reservas probadas es del 1%, también se considera al yacimiento como horizontal ya que la zona es plana. Es un yacimiento superficial el recubrimiento de sobrecarga tiene un promedio de 4 m a 4,2 m y una potencia de gravas auríferas de 3 a 3.7 m. El contenido únicamente de Au como mineral de interés por lo tanto es un yacimiento de tipo simple con una estructura homogénea especialmente en cuanto al contenido de mineral como son las capas C3 y C4. Finalmente considerando la distribución del Au en las capas antes citadas se tiene un yacimiento uniforme aunque se tendrá presente que la fineza del Au varía entre las dos capas ya citadas. Detalle a considerar es el tipo de rodados predominantes como: gravas y cantos de origen volcánicos mayoritariamente aunque en número menor también existen rodas de rocas intrusivas y metamórficas.

6.7.2. Elección del sistema de explotación

Por la característica antes citadas del yacimiento y considerando sus parámetros físico como: reservas, ley, granulometría, profundidad, contenido mineral y forma: se ha escogido un diseño de explotación a cielo abierto con tajo continuo en el bloque y en sentido de avance progresivo. Se ha diseñado un sistema de explotación por piscinas, las mismas que tendrán una dimensiones promedio de 30 x 40 m como se ve en el mapa #7, las piscinas son parte de los bloques programados a explotar en sentido E – W y viceversa, el cambio de dirección en el sistema de explotación tiene la finalidad de reducir el impacto visual ya que la vegetación servirá de cortina natural. Los bloques han sido denominados como: **B-1, B-2, B-3, B-4, B-5, B-6 y B-7**. Las piscinas de igual manera tienen una numeración secuencial que va desde la #1 en adelante. (Ver mapa #7).

MAPA 7.

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN POR BLOQUES

RESERVAS PROBADAS

6.7.2.1. Destape y preparación

El destape del yacimiento supondrá la construcción de canales o cunetas para el control de aguas, drenaje de pantanos y excavación de la sobrecarga, la misma que no será procesada por no contener mineral útil o poseer muy bajo contenido de mineral.

El proyecto prevé la acumulación temporal de suelo orgánico con el propósito de colocarlo en sitio al momento de la reposición luego de ejecutada la explotación del mineral, el mapa #8 muestra la ubicación hacia el oeste en los 80 m coloreados con tomate. Hacia el lado este se colocará la sobre carga de material estéril. (Ver Mapa # 8). El tamaño máximo de las piscinas de corte, al momento del destape será de 40 m x 30 m para sacar el máximo provecho de las distancias que no superen los 50 m distancias recomendadas para la optimización en el uso del bulldozers.

Debido a las condiciones de terreno y a la arcilla existente en el suelo el bulldócer mínimo a ser usado para la reconfiguración de las terrazas, será de la categoría de un D6 CATERPILLAR o su equivalente en KOMATSU D61ex de preferencia de tipo bulldozer con la posibilidad de angulamiento lo que facilitará la reconfiguración de los suelos luego de la reposición. Volumen global de desalojo será de 222 364 m³ de las capas C1 y C2. Se debe tener presente que el destape se lo realizará de manera progresiva a medida que avance la explotación con lo que se evitará la formación de stocks muy voluminoso y además luego de la explotación se procederá a la reposición de los mismos considerándose los materiales aluviales en éstos ríos muy estables de manera temporal mientras se vuelve a reconfigurar la terraza.

Tabla 22. Volumen de destape por bloques

BLOQUES	SUPERFICIE M2	POT C1 Y C2	VOL. DESTAPE M3
AREA B-1	8573,64	3,99	34208,8236
AREA B-2	6905,83	4	27623,32
AREA B-3	7376,84	4	29507,36
AREA B-4	7378,23	4	29512,92
AREA B-5	7505,4	4	30021,6
AREA B-6	7614,34	4	30457,36
AREA B-7	10260,49	4	41041,96
TOTAL	55614,77		222373,3436

Fuente: Realizado por el Autor

En cuanto a la preparación se dejará una berma de 15 m (desde la orilla de la terraza que da hacia el río y hacia el interior de la terraza) ver mapa #8 zona marcada hacia la orilla del río con un color diferente, dicha franja provocará pérdidas de explotación pero servirá de guía para la recuperación de los perfiles de las terrazas, cuando se realice su recuperación. Así mismo será conformada una berma de seguridad de 10 m hacia los caminos principales para evitar colapsos de los prismas de deslizamiento ya que se ha visto y dada la naturaleza de los materiales que en excavaciones temporales, dichos prismas de deslizamientos no superan los 5 m desde el borde de la excavación las vías serán reubicadas ya que en la actualidad ocupa parte del bloque de reservas probadas. (Ver mapa # 8)

6.7.2.2. Proceso Extractivo

El proceso extractivo del primer frente de minado está conformado por 7 bloques se hará a cielo abierto con la ayuda de equipo caminero como son 2 excavadoras Komatsu PC 200 CL que trabajarán en el rebanqueo y lavado de gravas, el arranque se ejecutará con la excavadora PC 350 CL debido a que tiene mayor potencia de motor y elemento de arranque, se trabajará en niveles de explotación desde la cota de corte 808 msnm en la parte más alta del bloque 1, hasta la cota de excavación 797 msnm de la parte más profunda de los bloques 1, 2 y 3. Se respetará la pendiente natural del terreno lo que permitirá una explotación uniforme y con un buen drenaje de las aguas superficiales especialmente en los bloques más altos.

Para el arranque del material de los 7 bloques de minado se utilizarán 1 tractor tipo Buldócer Caterpillar D7 o su equivalente, el mismo que apoyará temporalmente en el acarreo del producto hasta la planta de lavado del material. Este proceso será establecido en sitios contiguos a las piscinas de explotación con acondicionamiento de plataformas elevadas a dos metros con relación al terreno natural, bloques 1, 2 hasta el bloque 7, y se implementará hasta donde el nivel freático lo permita. Las distancias máximas de acarreo no superaran los 50 metros, para optimizar este proceso se propone trabajar con 2 máquinas simultáneamente.

A medida que avance la explotación por niveles, será necesario conformar bancos temporales de minado en los contornos superiores de los bloques laborados, especialmente en los que se encuentran junto a las bermas de protección de la vía y del río Bomboiza, estos bancos tendrán una altura promedio de 7.5 metros y una inclinación del talud de 60°. La explotación se inicia en la coordenada 767343,2 ; 9620461,38 y continuará hacia el E luego de llegar al final del bloque 1 se regresará hacia el W siguiendo el bloque 2 y así se procederá el avance, los bloques siguen hacia el norte. A continuación se detallan las coordenadas de los bloques a explotar.

Tabla 23. Coordenadas para destape B-1

PUNTOS	X	Y
1	767343,2	9620461,38
2	767444,31	9620490,15
3	767681,72	9620455,18
4	767665,85	9620427,19
5	767563,92	9620424,93
6	767434,1	9620461,33

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 24. Coordenadas para destape B-2

PUNTOS	X	Y
2	767444,31	9620490,15
3	767681,72	9620455,18
7	767696,8	9620481,71
8	767681,6	9620455,22

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 25. Coordenadas para destape B-3

PUNTOS	X	Y
7	767696,8	9620481,71
8	767681,6	9620455,22
9	767464,34	9620545,89
10	767712,64	9620509,59

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 26. Coordenadas para destape B-4

PUNTOS	X	Y
9	767464,34	9620545,89
10	767712,64	9620509,59
11	767474,36	9620573,92
12	767727,89	9620536,58

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 27. Coordenadas para destape B-5

PUNTOS	X	Y
11	767474,36	9620573,92
12	767727,89	9620536,58
13	767481,11	9620601,59
14	767743,29	9620563,71

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 28. Coordenadas para destape B-6

PUNTOS	X	Y
13	767481,11	9620601,59
14	767743,29	9620563,71
15	767497,87	9620629,26
16	767758,68	9620590,84

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 29. Coordenadas para destape B-7

PUNTOS	X	Y
15	767497,87	9620629,26
16	767758,68	9620590,84
17	767510,34	9620658,63
18	767682,86	9620647,49
19	767776,82	9620622,83

Fuente: Realizado por el Autor

MAPA 8.

UBICACIÓN DE ESCOMBRERAS TEMPORALES

6.7.2.3. Estabilización de Taludes

El problema de estabilidad de taludes en la explotación aluvial debe ser abordado desde distintos aspectos. Cuando se habla de estabilidad, se trata de encontrar la altura crítica del talud especialmente cuando se tiene materiales pétreos sueltos o con matrices arenosas además de filtraciones y agua subterránea lo que ocasionan las caídas parciales o desestabilizar la pared del talud. Una ventaja en el área de trabajo es que el Bedrock se encuentra a una profundidad promedio de 7,5 m por lo que no se requiere la conformación de bermas ya que se encuentra en el rango de construcción del MOPT, debido al tipo de materiales se ha escogido un talud 1:1 para seguridad en los trabajos de arranque de las gravas especialmente en los estratos C-1, C-2, C-3, la C.4 presenta una textura cohesionada ya que la matriz es arcillo arenosa lo que permite realizar cortes de hasta 80° con relación a la horizontal.

Bombeo de aguas.- En todos los casos el material será acarreado por medio de rebanqueos múltiples junto a la planta de lavado hidráulico el abatimiento del nivel freático será continuo con el uso de tres tipos de bombas como: motobombas a diesel de tres y seis pulgadas, motobombas de gasolina de tres pulgadas, bomba eléctrica sumergibles y una bomba de tres pulgadas de presión, la ubicación de las mismas dependen de la cantidad de agua que se presente en el sitio de explotación y de las precipitaciones pluviales repentinas que pueden aparecer a diario o en varios días. Es muy importante la construcción de un punto bajo y canales de contorno en el frente de explotación con lo que al tener controlado el agua se puede realizar la explotación en seco.

Lavado.- Se instalará dos plantas de lavado semi-estacionaria que requerirá el aprovechamiento de agua del nivel freático que es llevada hasta la planta con el usos de una bomba de seis pulgadas con dos descargas de tres pulgadas cada una y a presión. Además se utilizará agua del río Bomboiza y será utilizada en espacios reducidos donde no sea posible la recirculación de aguas.

Estas plantas de lavado en “Z” tipo Alaska pero acondicionadas al sistema de plantas vibratorias, utilizan 2,5m³/s de agua como máximo, se requerirá de 2 plantas de lavado operando al mismo tiempo, por lo tanto el consumo será de 5m³/s, que representa apenas el 2,8% del caudal mínimo esperado en los ríos en la región oriental ya que los caudales mínimos para años secos oscilan como se demuestra en el análisis anterior por los 180m³/s.

El material explotado será procesado en dos plantas de lavado hidráulico tipo Alaska con implemento vibratorio y devuelto a su lugar de origen para la reconfiguración de los terrenos, por lo expuesto no será necesario dejar en el frente de explotación taludes finales de estabilización.

6.7.2.4. Cálculo del coeficiente de destape

Para determinar este parámetro se ha considerado que la capa estéril que se encuentra sobre yacimiento aluvial, tiene un espesor promedio de 2 metros y la superficie de explotación es de 55616 m², por tanto el volumen de suelo y arena limosa de la C1 será igual a 111.232,00 m³. Además la el volumen del estéril de la C2 al tener una potencia de 2 m por el área de 55.616,00 será de 111.232,00, por lo tanto el global de destape será de 222.464,00 m³. Con estas consideraciones el coeficiente de destape será igual a 1,09.

$$Km = \frac{Ve}{Vm}$$

$$Km = \frac{222464,00 \text{ m}^3}{2020471,018 \text{ m}^3}$$

$$Km = 1,09$$

Dónde:

Km: Coeficiente de destape

Ve: Volumen de material estéril

Vm: Volumen de grava aurífera

- **Volumen de explotación**

Se consideró varios factores que determinan la explotación del yacimiento como: el tenor del yacimiento que es de 0,2 gr/m³, Granulometría, Potencia de estratos, Nivel freático, Maquinaria, Mano de obra, logística y cumpliendo con lo establecido por la Ley de Minería “Ley 45 Registro Oficial- Suplemento 517 de 29 –enero-2009 modificado 16 de junio de 2013. En el Capítulo II Art.138 donde cita que la capacidad de lavado de aluviales será de 1500 metros cúbicos día.

Con la finalidad de optimizar al máximo el proceso de explotación, se ha programado minar y tratar 900 metros cúbicos diarios, en jornadas de trabajo semanales, laborando 30 días al mes el ciclograma de explotación en los 7.

Tabla 30. Ciclograma de explotación del frente

BLOQUE	AREA m²	VOLUMEN TOTAL m³	VOLUMEN DIARIO m³	CRONOGRAMA DIAS	CRONOGRAMA MESES
1	8.574	27006,97	900	30,01	1,00
2	6.906	24238,34	900	26,93	0,90
3	7.377	25818,94	900	28,69	0,96
4	7.378	28922,66	900	32,14	1,07
5	7.507	29654,23	900	32,95	1,10
6	7.614	29848,21	900	33,16	1,11
7	10.260	36937,76	900	41,04	1,37
TOTAL	55.616	202427,11	TOTAL	224,92	7,50

Fuente: Elaborado por el Autor

La vida útil del primer frente de trabajo será 224,92 días alrededor de 8 meses, pudiendo variar en dependencia del rendimiento de la maquinaria de explotación y carga, de las condiciones climatológicas, entre otras.

6.7.2.5. Costos de Explotación

- **Maquinaria**

La selección de equipos mineros en el presente proyecto se tomará en cuenta los siguientes factores para un óptimo rendimiento:

- El tipo de maquinaria a utilizar
- Cantidad de unidades para lograr alcanzar los volúmenes de producción
- Tamaño del equipo para lograr el arranque de las gravas auríferas.

Además de los factores citados se deberá tener presente parámetros como el esponjamiento de los materiales a cortar y la dureza de los mismos especialmente cuando se encuentra con gravas que tienen matrices cimentadas con bloques sobre dimensionados.

Tabla 31. Lista de equipos a utilizarse en el proyecto

CANTIDAD	DETALLE DE EQUIPOS
u	
2	Excavadoras. PC200 Lc
1	Excavadora .PC350 Lc
1	Tractor. D61 EX
1	Camioneta 4x4
2	Zaranda Vibratoria
2	Jig Primarios
1	Generador de 100 Kw
1	Jig Secundario
1	Bomba de agua 6" a presión
2	Bombas de 4"
2	Bomba de agua de 3"
2	Canalones con sus lonas
1	Centrífugo (Knudsen)
2	Matracas
2	Bateas
1	Juego de Tamices
1	Electro imán
1	Balanza de precisión

Fuente: Elaborado por el Autor

La maquinaria a emplearse en la zona de explotación, es de modalidad de alquiler con la opción de pago por metro cubico movido y restaurado. Para ello se emplea equipo mecanizado para excavación, transporte y reposición de suelo; los mismos que fueron seleccionados en base a su rendimiento y capacidad, lo que permite el cálculo de los ciclos por hora y por día y consecuentemente el ritmo de las labores.

El rendimiento de la maquina está relacionada por la potencia del motor, aunque se consideró también el incremento del costo de la máquina de acuerdo a su capacidad existe un beneficio directo por el incremento o rendimiento en cada hora.

A continuación se observa las especificaciones técnicas del equipo caminero a usarse en el proyecto.

Tabla 32. Datos técnicos del equipo caminero.

Cantidad	Equipos	Potencia Motor	RPM	Fuerza excavación	Altura corte	Altura descarga	Profundidad	Capacidad	Peso equipo	Velocidad	Ancho de zapata	Observaciones
				Fuerza Brazo			Excavación	Cucharón m ³	t	Movimiento	Km/h	
2	Excv. PC200 Lc	110 KW	2000	157 KN	9,5 m	6,63 m	5,38 m	1.05	20.9	3 a 5,5	700	Excavadora
1	Excv. PC350 Lc	194 KW	1950	235 KN	10,5 m	8,5 m	8 m	2.0	35	3,0 a 5	700	Excavadora
1	Trac. D61 EX	112KW	1850		1,3 m			3,8	16,9	3,2 a 8,7 fr	600	Tractor

Fuente: Elaborado por el Autor

CANTIDAD	EQUIPOS	Cap. M3	Hrs/turno	tiempo/ciclo	ciclos/hr	\$/hr	m3/Hr	Ley	Costo/día	Au/h	OBSERVACIONES
u				Minutos			Lavadas	Gr/m3	\$	gr	
2	Excavadoras PC200	1	20	0,5	240	45	120	0,2	900	18	Una lava y otra desaloja
1	Excavadoras PC350	2	10	0,4	150	55	300		550		Para excavación gravas
1	Bulldozer D 61 EX	5	10	2	30	55			550		
1	Camioneta 4x4		10			7			70		
2	Zaranda Vibratoria	3	10	1,75	68	50	180-204		500		Lava Mat preclasificado
2	Jig Primarios	0,5	10	70 vibr/min	4200	5			50		Concentra arenas finas
1	Generador de 100 Kw		10			5			50		Abastece a todo el equipo
1	Jig Secundario	0,15	10	160 vibr/min	9600	5			50		Concentra arenas finas
1	Bomba de agua 6" a presión		10			5			50		Abastece de agua a zaranda
2	Bombas de 4"		10			3			30		Control nivel freático
2	Bomba de agua de 3"		6			2			12		Control nivel freático
2	Canalones con sus lonas	0,3	10			1			10		Concentra oro grueso
1	Centrífugo (Knudsen)	0,15	10			1,5			15		Para oro fino
2	Matracas	0,05	5			0,02			0,1		Liquidación final
2	Bateas		5			0,01			0,05		Liquidación final
1	Juego de Tamices		0,5			0,01			0,005		Separación de arenilla
1	Electro imán		0,25			0,01			0,0025		Separa magnetita
1	Balanza de precisión		0,1			0,01			0,001		Peso oro puro
							Costo diario		2837,1		
							Gr Au/día		180		

Tabla 33. Cálculo de rendimiento, capacidad y costo de los equipos.

Fuente: Elaborado por el Autor

- **Personal Operativo**

Una vez establecida las labores y el tipo de trabajo a realizo la contratación del personal con la debida designación de funciones, teniendo presente que la mayoría de personal operativo es de la zona de influencia, únicamente se contrató personal de afuera en lo concerniente a técnicos y personal de confianza.

Considerando el valor en cuanto a mano de obra como: técnicos y obreros, son regulados en base a la tabla salarial minera vigente, sin embargo en la práctica los valores en referencia a salarios se rigen a partir de la tabla en referencia por la producción de cada mina.

Es por ello que en la tabla siguiente se calculan los pagos y salarios por día de trabajo.

Tabla 34. Salario por día de trabajo

Recurso Humano		
Detalle	Cantidad	\$/día
Operadores	4	160
Obreros	3	60
Liquidadores	2	50
Guardia	1	20
Técnico /Geólogo	2	150
Administrador	1	60
TOTAL	12	500

Fuente: Elaborado por el Autor

- **Proyección de costo de operación diaria**

Para resumir los costos que se generan en la explotación diaria se tendrá la siguiente tabla:

Tabla 35. Proyección de costos por día

Rubro	Cantidad	Costo en \$
Alimentación	12	96
Alojamiento	12	84
Diesel	400 gl/d	1080
Camioneta	1	70
Excavadoras	3	1550
Tractor	1	550
Equipo lavado	1	767,15
Total		4197,15

Fuente: Elaborado por el Autor

Cabe recalcar que los costos del diésel se encarecen ya que es el valor no subsidiado.

- **Rentabilidad**

La rentabilidad del proyecto está condicionada a la variación del precio del Au y a la aspiración de beneficio entre en concesionario y el operador de la mina en lo referente a porcentajes.

Para los cálculos de producción y beneficio se utilizó las siguientes tablas:

Tabla 36. Proyección de Producción por día.

Lavada de Gravas (m3/hr)	Descole (Hrs)	Reposición (Hrs)	Tenor	Gr Au/hr	Hrs/día Lavado gravas	Total Au (gr/día)
90	6	4	0,2 gr/m3	18	10	180

Fuente: Elaborado por el Autor

Tabla 37. Beneficio diario

Detalle	\$
Costo personal	500
Costo Operación diario equipos	4197,15
Imprevistos	70
Producción día Au	180
Precio gr.Au	30
\$ venta de Au diario	5400
BENEFICIO DÍA	633

Fuente: Elaborado por el Autor

6.7.2.6. Análisis de productividad

Desde el punto de vista económico, la extracción de grava aurífera se facilita en el sector debido a que la cobertura vegetal y el estrato estéril no pasa de 4,2 m a diferencia de los yacimientos del mismo tipo que se encuentran en otras localidades, el lugar donde se aplicará el sistema de explotación cuenta con facilidades como: vías de primer orden, facilidad en el abastecimiento de agua, para el lavado de las gravas, abastecimiento de combustibles, el cauce actual del Rio Bomboiza está bien delimitado y sumado a ello está la berma de seguridad construida con grava estéril al contorno de la

terraza lo que disminuye el peligro de inundación y permite la operación constante, las épocas de invierno que comprende los meses de enero a marzo en los bajarán un poco el rendimiento en cuanto a volúmenes pero no afectaran mayormente por lo que se podrá sostener la operación. La mano de obra existe en el lugar y perciben ingresos que oscilan entre \$ 450 a \$ 550 por jornada. La jornada es de 22 – 8 (con una duración de 10 hr/ día), es decir cada 22 días de trabajo descansarán 8 días.

6.8. Buenas Prácticas Ambientales

6.8.1. Políticas Ambientales

La explotación de la Concesión Minera La Misionera, requiere que se remueva un gran volumen de tierra de las formaciones aluviales del Río Bomboiza, con el fin de posibilitar la extracción de los minerales metálicos contenidos en estas estructuras, los principales efectos ambientales, serían generados por esta actividad (movimiento de tierras durante la extracción); por lo que las acciones preventivas están encaminadas a reducir y mitigar las afectaciones que se darán por la extracción de los materiales, sobre la geomorfología, el relieve e inclusive la calidad del suelo del área de influencia directa del proyecto y garantizar la estabilidad de la infraestructura asociada a la fase de explotación de la Misionera y especialmente la integridad del ambiente de los frentes de explotación, para lo cual se utilizan las siguientes prácticas:

- ✓ Planificación y construcción de vías de acceso las mismas que tendrán un ancho máximo de 15 metros, pudiendo ser menores de acuerdo a las condiciones topográficas del sector a explotar y de la seguridad de los vehículos y maquinaria.
- ✓ Para la utilización de caminos necesarios para realizar las actividades mineras, dentro de La Misionera, se considerará lo que señalen las normas técnicas respecto al uso de caminos y la normativa expedida por el Ministerio Sectorial de Transporte.

- ✓ En caso de que las vías existentes se encuentren en mal estado, ANTEMIN, realizará las gestiones necesarias para realizar su readecuación.
- ✓ La cobertura vegetal y el suelo orgánico producto de los trabajos de destape será acumulado en áreas previamente delimitadas e identificadas, sobre áreas preferiblemente planas y cercanas al área de explotación, con el fin de que este material (suelo) pueda ser utilizado en los procesos de relleno y restauración de las áreas explotadas. Bajo ningún concepto este material se dispondrá sobre los cursos de agua del área o en zonas con pendientes abruptas.
- ✓ El agua que se usará durante el proceso de lavado de las gravas, será tomado desde las piscinas de explotación y en baja cantidad se utilizará agua del Río Bomboiza ya que toda el agua será reutilizada en recirculación luego de haber cumplido con una secuencia de: sedimentación, decantación y clarificación en piscinas adecuadas para tal propósito.

Las áreas donde se detecten problemas de estabilidad, deslizamientos o derrumbes, derivados de la actividad extractiva, deberán ser identificadas y señalizadas.

Se llevará el registro del inventario de emisiones de las maquinarias utilizadas, incluyendo equipos menores y generadores eléctricos.

Para mitigar impactos negativos causados por la contaminación del aire como resultado de emisiones de maquinaria y de vehículos de transporte pesado, se considerará lo siguiente:

Los vehículos y la maquinaria deben recibir mantenimiento preventivo regular y frecuente, según las recomendaciones técnicas de sus fabricantes, para asegurar que operen en óptimo estado, lo que reduce la emisión de gases como monóxido de carbono (CO), Óxidos de Azufre (SO_x) y óxidos de nitrógeno (NO_x).

En caso que los materiales que sean removidos no contengan un grado de humedad adecuado, serán previamente regados con agua, con el fin de evitar la generación de polvo al ambiente.

Las emisiones de material particulado en las vías de acceso se controlarán mediante el riego con camiones cisterna.

Los camiones deberán tener un mantenimiento adecuado, respetar las normas de tránsito, los límites de velocidad existentes durante su trayectoria (especial atención en centros poblados), movilizarse únicamente por las vías aprobadas, manejar de manera defensiva y mantener una conducta de manejo adecuada para evitar daños en las vías de acceso.

Se dará preferencia a la utilización de maquinaria de baja generación de ruido. Los niveles de ruido y vibraciones generados en los diversos frentes de trabajo deberán ser controlados a límites descritos por los fabricantes. Se emplearán instrumentos de reducción de ruidos (aislantes, silenciadores). No se efectuarán alteraciones ni modificaciones mecánicas a los equipos que resulten en un incremento en los niveles de emisión de ruido al ambiente.

Los trabajadores expuestos a altos niveles sonoros, deberán utilizar de forma obligatoria equipo de protección auditiva en los lugares de trabajo.

Las bombas de agua y generadores eléctricos a ser usados estarán, en la medida de lo posible, dentro de ambientes cerrados que reduzcan la emisión sonora y de vibraciones sobre el ambiente.

Las áreas explotadas, serán rellenadas inmediatamente, una vez se concluya la extracción del mineral motivo de explotación.

Las áreas que antes de la explotación estén cubiertas de vegetación serán revegetadas y reforestadas o cubiertas tan pronto como las actividades de explotación hayan alcanzado su etapa final.

Contingencias

Durante la operación y mantenimiento se dispondrá, para respuesta inmediata ante cualquier contingencia, del equipo y materiales necesarios así como de personal capacitado, particulares que serán especificados en el plan de contingencias del plan de manejo ambiental, y se realizarán periódicamente los respectivos entrenamientos y simulacros.

En caso de ocurrir una contingencia, deberá ser notificada de forma inmediata al Ministerio del Ambiente. En caso de no cumplir con la obligación señalada, el órgano correspondiente del Ministerio del Ambiente instruirá el correspondiente procedimiento sancionador y se aplicarán las sanciones establecidas en el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, entre las principales contingencias tenemos:

- **Respuesta a Incendios**

En las áreas donde se identifique riesgo de incendio (Campamento – sitios de almacenamiento de combustible – Laboratorio) se dispondrán letreros de “Prohibido Fumar” y la señalética de seguridad adecuada según el caso.

En cada sitio identificado se dispondrá de un dispositivo contra incendios (extintor tipo B), con su respectiva identificación y señalización. Los extintores serán revisados trimestralmente y recargados anualmente.

En el procedimiento de inspección trimestral, se verificará que:

- ✓ El extintor se encuentre en el lugar asignado y sea el adecuado para atender el riesgo asociado.

- ✓ El acceso a los extintores está expedito, son visibles o están señalizados y con las instrucciones de manejo situadas en lugar visible y las instrucciones de manejo son legibles.
- ✓ Que no presenten muestras de daño, para lo cual se evaluará el estado de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera de presión, manómetro).
- ✓ Que los sellos de inspección y precintos o tapones de indicadores de uso no estén rotos o deteriorados.

Todas las instalaciones deberán ser inspeccionadas y certificadas anualmente por representantes del Cuerpo de Bomberos.

Toda operación de carga/descarga de combustibles se realizará con conexión a tierra mediante el uso de elementos antiestáticos.

Se mantendrán visibles las rutas de evacuación hacia los puntos de reunión, el mismo que deberá estar claramente identificado y demarcado.

En caso de ocurrir un Incendio se procederá de la siguiente manera:

La persona que detecta la presencia de humo o fuego, deberá alertar inmediatamente al Supervisor de Campo y Director del Plan de Contingencias, sin provocar pánico.

El Supervisor de SSA, activará el Plan de contingencias, de acuerdo al nivel de la emergencia.

Tan pronto se dé la voz de alarma, todo el personal y visitantes deberán alejarse del área de peligro, inmediatamente, siguiendo las rutas de evacuación establecidas hacia los puntos de encuentro.

Las brigadas de control de emergencias se organizarán de acuerdo a sus funciones (Control de Incendios – Rescate – Primeros Auxilios – Limpieza y seguimiento). Para la acción de la brigada se considerará:

- ✓ La gravedad del siniestro, según el peligro que implique
- ✓ La extensión y localización del siniestro
- ✓ La posibilidad de brindar auxilio.

Las Brigadas de Control de Emergencias serán organizadas con personal responsable quienes estarán al tanto de las actividades programadas para cada puesto de acción.

Los miembros de las Brigadas estarán capacitados en la ubicación y funcionamiento de los equipos de control de incendios, primeros auxilios y técnicas de evacuación.

Antes de iniciar el ataque al siniestro se deberá revisar la vestimenta y el equipo de protección personal para el ataque al incendio.

El personal que participe y forme parte de las brigadas deberá estar preparado para el desarrollo de simulacros, de acuerdo al plan de capacitación, con el fin de adquirir destreza y experticia en el manejo de estas contingencias.

- **Derrame de combustibles y sustancias peligrosas.**

El Plan de Prevención contra Derrames de Sustancias Peligrosas, proveerá de los elementos esenciales que permitan a ANTEMIN implementar una fácil y eficiente respuesta a derrames eventuales de diferentes tipos de sustancias contaminantes y minimizar los efectos y riesgos hacia las personas y el ambiente.

Se cumplirán las siguientes acciones:

- ✓ Se deberán identificar, señalar y delimitar claramente todas las áreas con alto riesgo de derrames de sustancias peligrosas. Estas áreas deberán ser impermeabilizadas (pavimentadas con hormigón).
- ✓ Las áreas de almacenamiento deberán tener bermas y/o cubiertas (si es posible) para evitar el contacto con el agua de lluvia y se encontrarán señalizados de

acuerdo a lo dispuesto en el INEN y las normas nacionales e internacionales aplicables.

- ✓ Deberán disponer de sumideros que permitan la recolección de las aguas de lavado de derrames y su conducción hacia un sistema de separación agua/aceite.
- ✓ Las hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS) de cada producto deberán estar disponibles en el sitio de almacenamiento así como en las instalaciones del Campamento Base, de tal manera que los operarios sepan cómo actuar ante contacto con el material derramado.
- ✓ Disponer en las instalaciones de un equipo de respuesta ante derrames y contar con personal responsable de la limpieza del derrame. Se dispondrá en el Campamento del material básico para la contención de derrames (costales de arena, paños absorbentes, palas, picos, carretillas).
- ✓ Se deberá capacitar al personal en la aplicación de las acciones de manejo de contingencias (derrames) y sobre las funciones de las Brigadas de Control de Emergencias. Sin embargo, todos los empleados deberán tener nivel de conocimiento de los procedimientos de control de derrames.
- ✓ La limpieza de los derrames deberá ser inmediata. No se usarán emulsificantes o dispersantes. Los métodos de limpieza en seco se usarán para derrames de aceites. Las hojas MSDS deben estar ubicadas en un sitio accesible como una fuente de información conveniente para la limpieza apropiada.
- ✓ Mantener un inventario apropiado de los materiales de limpieza y organizarlos estratégicamente, en base al tipo de químicos y combustibles y cantidades presentes.
- ✓ En el caso de derrame de combustibles, aceite u otro químico que cause impactos al suelo, las acciones deberán ser tomadas de la siguiente manera:
- ✓ El área alrededor de un derrame pequeño debe ser aislada mediante la construcción de un dique pequeño o berma de suelo y varios materiales sintéticos impermeables que estén disponibles.
- ✓ Todos los hidrocarburos o químicos deberán ser recolectados con material absorbente biodegradable.

- ✓ Todo el suelo afectado debe ser recolectado. El material contaminado debe ser envasado y almacenado como residuo peligroso para su posterior tratamiento y disposición final adecuada.

Todo el material de contingencia para derrames pequeños debe ser almacenado en locaciones apropiadas, mantenerse visible, disponible fácilmente, y claramente etiquetado para una rápida respuesta a un derrame.

Proveer el nivel apropiado de capacitación al personal de Antemin y sus Contratistas en las siguientes áreas: respuesta y prevención en caso de derrames, prevención de la contaminación del agua de lluvia, prácticas de disposición de desechos sólidos y líquidos, tratamientos de aguas servidas, entrenamiento en el conocimiento correcto de riesgos, manejo de materiales peligrosos y ubicación de rutas de evacuación.

Todos los derrames deberán ser reportados junto con la información del tipo de medida que se utilizó para su limpieza, fecha y hora en la que se produjo, cantidad de la sustancia tóxica o peligrosa o área afectada que permitan la evaluación ambiental del mismo.

- **Procedimientos ante situaciones específicas**

- ✓ **Plantas y animales peligrosos.-** Las instalaciones médicas dispondrán de insumos médicos para tratar mordeduras de serpientes, intoxicaciones, alergias (por plantas, insectos). El médico asociado deberá tener cursos de medicina tropical.

En caso de que una persona haya sido lastimada con plantas espinosas, es importante brindarle primeros auxilios y evitar hemorragias.

Si una persona es mordida por un animal, el individuo necesita atención médica inmediata y debe ser trasladado inmediatamente al hospital más cercano (Gualaquiza o El Pangui). La persona mordida debe recibir vacunas antirrábicas.

Bajo ninguna circunstancia se deben realizar torniquetes a la persona mordida. En caso de hemorragia, solamente aplicar presión a la herida con una gasa hasta que pueda recibir asistencia médica.

Si una persona es herida al ser atacada o embestida por animales del ganado vacuno u otros, el individuo necesita atención médica inmediata y debe ser trasladado inmediatamente al hospital más cercano, para el caso, el Hospital de Gualaquiza.

Si una persona es picada por algún insecto con aguijón como avispas, abejas, reptiles, etc., es necesario observar síntomas de alergia como hinchazón exagerada, falta de respiración, inconsciencia. En caso de que la persona sea alérgica a los venenos de estos insectos, debe recibir atención médica inmediata. Se debe administrar una inyección de epinefrina en caso de síntomas graves, la cual existirá en el campamento central.

- ✓ **Vandalismo.-** En caso de atentados o actos vandálicos en contra de personas, vehículos, maquinaria y equipos. Se coordinará ayuda de manera inmediata a través de los supervisores, personal encargado de las relaciones con la comunidad y autoridades locales.

El personal que haya presenciado actos vandálicos deberá evitar exponerse ante los autores de estos actos.

Se debe mantener un equipo humano preparado para dar seguridad a sus instalaciones y personal, el cual deberá pertenecer a una empresa de seguridad especializada.

- ✓ **Accidentes de Vehículos o Accidentes del Personal.-** En caso de ocurrir un accidente automovilístico o accidentes del personal con equipos y maquinaria pesada, se deberá contactar de inmediato con el Supervisor de SSA de La Misionera.

En el caso de personas heridas, se deberá aplicar primeros auxilios, y llamar a ambulancias y personal médico para transportar a los heridos hasta la población más cercana, donde puedan recibir atención apropiada.

Para definir si es necesaria una evacuación de un paciente el único criterio a considerar será el del médico residente.

Durante las operaciones más críticas de la construcción y operación de equipos de explotación, cuando es más probable este tipo de emergencias, se deberá reforzar la supervisión del empleo de normas de seguridad y disponer de un planeamiento logístico que permita el traslado inmediato de las víctimas a la población más cercana para recibir asistencia médica.

- ✓ **En caso de Inundaciones.-** Al estar la concesión La Misionera, dentro del área de influencia del Río Bomboiza, es posible que ocurran inundaciones en las áreas de operación. En estos casos, se suspenderán las operaciones normales de Explotación, pasando a una operación de control de inundaciones que se traduce en disponer todos los recursos humanos y técnicos a evitar pérdidas de estabilidad de estas infraestructuras. El personal no indispensable será evacuado.

En el caso de presentarse mayores influjos de agua hacia el interior, se activará el sistema de bombeo en la capacidad suficiente para evitar que el agua suba a niveles que ponga en riesgo la estabilidad de taludes, equipos y maquinaria de la operación.

De superarse la capacidad técnica de retiro de agua, se procederá a realizar una evacuación del personal remante

Culminado la inundación, se evaluará la situación de estabilidad de las instalaciones y de ser necesario se tomarán acciones correctivas inmediatas y mediatas de estabilidad de las estructuras afectadas dentro de la Concesión, para evitar mayores afectaciones de las recibidas durante la inundación.

Posterior a la inundación se incrementará la frecuencia de monitoreo geomorfológico de las estructuras hasta asegurarse que ellas ya no tienen peligro de pérdida de estabilidad.

- ✓ **En caso de tormenta.-** La Misionera se encuentra dentro de la zona climática Tropical, por lo que se producirán periodos de lluvia extensos o con descargas elevadas; en caso de presentarse una tormenta durante las actividades de explotación, se deberá:

Alejarse de vegetación alta que puede ser afectada por los vientos, causando desprendimiento de ramas o caída de árboles.

Los trabajadores no deben ampararse nunca bajo un árbol o un objeto alto en un área abierta. En áreas abiertas, el personal no debe ser el objeto más alto presente allí.

Evitar el uso de elementos electrónicos durante la tormenta tales como celulares, radios, etc.

- ✓ **En caso de Sismos.-** Se debe mantener la calma y buscar un sitio seguro de protección contra la caída de elementos. De ser posible se dará la señal de apagado de todos los equipos electrónicos de la operación.

Culminado el sismo se debe reunir el grupo en el punto de encuentro para el conteo respectivo. Se procederá conforme el Programa de Contingencias en caso de presentarse circunstancias como derrames, incendios o explosiones producto del sismo.

Culminadas las actividades de conteo de personal y seguridad de las personas, se procederá a analizar los instrumentos de medición de estabilidad geomorfológica para las operaciones.

Culminado el sismo, se evaluará la situación de estabilidad de las instalaciones y de ser necesario se tomarán acciones correctivas inmediatas y mediatas de estabilidad de las estructuras, para evitar mayores afectaciones de las recibidas durante el sismo.

Posterior al sismo se incrementará la frecuencia de monitoreo geomorfológico de las estructuras hasta asegurarse que ellas ya no tienen peligro de pérdida de estabilidad.

✓ **Relaciones Públicas y Comunicación con la Prensa**

Durante el curso de las operaciones de explotación en La Misionera, de considerarse oportuno, se establecerá comunicación con los representantes de medios de comunicación (prensa, radio o televisión), a fin de informar sobre las condiciones actuales, como también para prevenir a la población. La relación con los medios de comunicación tiene los siguientes objetivos:

- Asegurar que todos los informes sean verídicos,
- Representar la posición de la compañía en forma justa,
- Demostrar el deseo de responder adecuadamente a la contingencia, e
- Informar al público sobre las acciones correctivas que se están tomando.

Inventario y Disponibilidad del Equipo de Respuesta

Se deberá disponer, de un equipo mínimo de respuesta ante cualquier contingencia. Este equipo deberá disponerse dentro de un área adecuada dentro del Campamento Central

6.8.2. Manejo de Desechos

El manejo de desechos establece las directrices para el adecuado manejo de cualquier residuo generado por la fase de explotación del proyecto, inclusive durante la construcción de las facilidades necesarias para el inicio de la explotación en La Misionera.

Está desarrollado de acuerdo a los lineamientos y reglamentaciones del Ecuador, especialmente lo dispuesto en el RAAM, así como en las mejores prácticas de gestión aplicables a la gestión de los desechos.

Todo el personal de Antemin y de sus empresas contratistas deberá implementar obligatoriamente estos lineamientos durante el desarrollo de todas las actividades previstas, de acuerdo a lo dispuesto en la Normativa Ambiental.

El manejo de desechos en el área se coordina con el GAD de Gualaquiza para manejo y destino de los mismos en la planta de procesamiento de desechos del cantón.

6.8.3. Seguridad Industrial Y Salud Ocupacional

Minera de Los Andes (ANTEMIN), tendrá el compromiso de proteger la salud y seguridad de los empleados y trabajadores de la empresa en el ámbito de sus operaciones, compromiso que lo comparte con las empresas asociadas que serán contratadas para el desarrollo de la explotación en el área de la Concesión La Misionera definiendo un programa de salud ocupacional. (detallado en el PMA de Antemín).

6.8.4. Capacitación Ambiental

La capacitación en temas ambientales es una responsabilidad y compromiso de las empresas para sus empleados y en el caso de las actividades mineras es un compromiso con las comunidades inmersas en el territorio donde operan debe responder a una planificación realizada en base a los objetivos planteados y actualizados periódicamente y que respeten la política de la empresa.

Anualmente se deberá preparar el plan de capacitación ambiental ya que se trata de un proceso dinámico, que evoluciona rápidamente y, continuo, que involucra no sólo la comunicación de conocimientos sino también la concienciación en temas:

- Sensibilidad Ambiental y Social del área.
- Lineamientos del Plan de Manejo Ambiental: compromiso de aplicación con énfasis en la protección del ambiente.
- Gestión de desechos y salubridad
- Políticas Ambientales y de Relaciones Comunitarias.

- Guías y procedimientos ambientales para procesos de explotación de oro aluvial.
- Actividades para la rehabilitación de las áreas intervenidas.

- **Salud Ocupacional**

- Primeros auxilios.
- Ergonomía: uso de herramientas, posiciones correctas de trabajo.
- Salubridad en campamentos
- Alimentación adecuada

- **Seguridad Industrial**

- Uso de equipo de protección.
- Extinción de incendios.
- Transporte, almacenamiento y operación de explosivos.
- Normas de seguridad específicas

6.8.5 Relaciones Comunitarias

Las Relaciones con la comunidad están orientadas a establecer nexos de buena vecindad con la población asentada en el área de influencia de la Concesión La Misionera, basados en el respeto a la dinámica social de la población.

Se elaborará un Plan de RRCC donde el personal de ANTEMIN, contemplará estrategias destinadas a la incorporación de la población a los programas de los gobiernos locales, para crear un marco de colaboración entre autoridades, comunidades y empresa.

El Plan de Relaciones Comunitarias comprenderá las acciones desarrolladas por ANTEMIN, en beneficio de las comunidades presentes en el área de influencia de la Concesión, las mismas que se describirán en el Estudio Ambiental y considerando que los temas de desarrollo de las diferentes poblaciones es responsabilidad directa del Gobierno Central o de los Gobiernos Autónomos Descentralizados; sin embargo es compromiso social de la Empresa aportar con el Buen Vivir de las poblaciones que se asientan en el área de la Concesión. En el PRC por lo menos deberá contemplar:

- ✓ Brindar un servicio de atención médico y salud materno-infantil, dentro de las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia de la Concesión.
- ✓ Prevenir y controlar las enfermedades y lesiones que se manifiestan en la población.
- ✓ Promover la salud, la nutrición y el cuidado bucal
- ✓ Incentivar la ecuación y planificación familiar y el control del crecimiento demográfico, a través de un programa efectivo de educación sexual y salud reproductiva para los habitantes.

6.8.6 Rehabilitación de Áreas Afectadas

Considerando que la actividad extractiva se ejecutará en menos del 2% del área de Concesión, las actividades de Rehabilitación serán menores, pues estas áreas se encuentran previamente intervenidas por el desarrollo de actividades anteriores, especialmente las relacionadas con la ganadería, al transformar espacios de bosque en áreas de pasto.

De todas maneras ANTEMIN, se compromete a Rehabilitar y Restaurar, áreas previamente alteradas, con el fin de aportar con la gestión ambiental de la Cuenca del Río Bomboiza.

La rehabilitación de las áreas intervenidas, podría facilitar la recuperación de la dinámica del ecosistema, permitiendo a las especies de fauna y flora ocupar los espacios intervenidos, regenerándose naturalmente.

El cese de actividades permitirá homogenizar la estructura del paisaje para conectarlos desde el punto de vista ecológico con el ecosistema natural circundante, pues el sitio será restaurado a través de un proceso de autoregeneración vegetal (restauración pasiva)

y plantaciones de árboles frutales que facilitará la recuperación de la dinámica del ecosistema en una escala de tiempo razonable comprendida entre 5 a 20 años.

Las acciones planteadas para la rehabilitación del área se describen a continuación:

Para recuperar las características del suelo se lo removerá para descompactarlo utilizando herramientas manuales como azadones, picos y palas por lo menos en una profundidad de 1 metro.

Si los suelos se ven impactados por erosión serán tratados arándolos o volteándolos, además se añadirá material orgánico de las áreas aledañas para estimular la descomposición de la materia orgánica y el crecimiento de las raíces.

Todas las áreas de extracción serán rellenadas adecuadamente, con el suelo extraído y complementado con suelo orgánico procesado en el área de vivero de la misma Concesión, para evitar futuras compactaciones y asentamientos que podrían generar agujeros que se convertirían en trampas para la fauna y pobladores que caminen por el lugar.

7. Discusión.

La concesión “La Misionera” código 2363, Licencia Ambiental # 585, tiene una extensión de 1250 hectáreas mineras, al momento cuenta con los permisos respectivos para fase de explotación. Los sectores Yuma, Tunduli y Cupriambritza son parte de la concesión y son los lugares donde se han efectuado labores de exploración y explotación en diferentes épocas. Así el sector Yuma se es el referente de contenido mineral con una ley promedio de $0,52 \text{ gr/m}^3$, El Tunduli lugar de la presente investigación tiene una ley media de $0,2 \text{ gr/m}^3$ y el sector de Cupriambritza tiene una ley de $0,10 \text{ gr/m}^3$.

El presente análisis de resultados permite presentar un estudio comparativo y referencial a los trabajos ejecutados y al informe presentado ante la autoridad competente por parte de la operadora ANTEMIN MINERA DE LOS ANDES CIA LTDA. El presidente de la misma es el Dr. Harvey Marlin, mientras que la representante de la concesión LA MISIONERA es la Sra. Zonja de Marlin, cabe mencionar que los trabajos de exploración en la concesión se han realizado hace 20 años puesto que los datos registran labores efectuadas en el periodo 1993 al 1995, donde se han ejecutado 90 sitios de muestreo con la modalidad de pozos y trincheras exploratorias. Durante los años 1995 a 1999 realizan trabajos de explotación cerca de la unión de los ríos Cuyes y Cuchipamba coordenadas E 767400 N 9620100. El informe ha permitido al concesionario realizar una promoción del proyecto el mismo que se encuentra disponible en el internet (<https://es.scribd.com/doc/201252287/1-Datos-Genrales-La-Misionera> y el PDF anexo) donde constan valores de una reserva de 1'000.000 onzas de oro en un volumen de $68'600.000 \text{ m}^3$, con una ley promedio de $0,52 \text{ gr/m}^3$.

Los resultados de los estudios de exploración realizados en el sector Yuma que se encuentra ubicada a 1.5 Km aguas arriba desde el Tunduli donde se han hecho los trabajos de exploración en los años antes mencionados. De dichos resultados se han proyectado valores que han interpolado y referenciado a las terrazas que se encuentran a lo largo de la concesión. La promoción del proyecto en busca de inversiones a nivel internacional indica un valor considerable en reservas probadas, sin embargo debido a la

extensión de toda la concesión, los estudios realizados no son suficientes ya que solo se han explorado en el sector Yuma, Sector Tunduli y paralelo a los trabajos de la presente investigación también se hicieron trabajos de exploración en el sector del Cupiambitza, donde se realizaron dos piscinas que no lograron llegar al Bedrock y ley de dicho sector no superó 0.10 gr/m^3 . Aunque la potencia de las gravas superan los 20 m.

Las morfología del área y el caudal del río Bomboiza ha permitido la formación de terrazas en diferentes niveles y formas, se puede observar las terrazas elevadas en el sector Yuma con relación al cauce actual del río, donde existe un área explotada de aproximadamente 2 hectáreas, la variación de velocidad por la incidencia de la unión de los ríos debió ser la causa de una buena acumulación de valores y del tipo de gravas más arcillosas y compactas en el sector. Aguas abajo en el sector el Tunduli se observa las terrazas a lado y lado del río especialmente el margen izquierdo y como resultado de la variación constante del cauce en este sector se observa una pendiente constante entre 1 , 1,5% adicional a esta se debe citar el afloramiento del Tunduli que hace de rifle natural donde ha estado chocando con anterioridad el río y originando deposición de materiales en el sitio de estudio, los cortes efectuados en sector permiten ubicar un paleocanal con valores de Au altos y puntuales aunque el contenido es menor en comparación con el sector Yuma. Siguiendo el curso del río existen varias terrazas que no han sido estudiadas y que podrían presentar valores importantes, pero los resultados obtenidos en Cupiambritza $0,10 \text{ gr/m}^3$ y la potencia de las gravas que pasan de 20 m y aunque no se ha logrado llegar a bedrock se denota la incidencia del Río Cupiambritza al desembocar al río Bomboiza en la deposición de gravas y el bajo contenido de Au.

En sector Tunduli en una extensión de 10,3 hectáreas mineras se intensificaron labores exploratorias en 5,56 hectáreas donde se realizaron: seis calicatas, dos trincheras y 9 piscinas de explotación piloto lo que permitió evaluar y tener reservas probadas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Sobrecarga 4 m de los cuales 2 m son areno limosa y 2 m de grava estériles que han sido denominadas como C-1 y C-2.

La grava Aurífera tiene una potencia de 3 m y está conformada por la C3 con una potencia de 1,5 m y C4 que alcanza también 1,5 m de potencia. En concentración entre si, además la fineza del Au varía así: La C3 contiene Au de mayor pureza 0,920 mientras que la C4 la fineza baja un poco y está en 0,870 y 0,880

Los trabajos en éste sitio llegaron al objetivo que es el bedrock permitiendo elaborar diversas columnas litológicas tanto de las calicatas como de las trincheras y piscinas información que sumada permitió elaborar el mapa geológico y el corte respectivo. Debo citar que esta información concuerda con las litologías de los pozos en el sector Yuma trabajos ejecutados hace años, las columnas muestran una granulometría, composición petrográfica muy similar además la Formación Napo es el basamento del sector.

La ley del sector estudiado y evaluado dan $0,2 \text{ gr/m}^3$, a diferencia de la mencionada en el informe y promoción del proyecto.

Las dificultades en el beneficio de las gravas se debe a la matriz de la C4 que contiene arcilla plástica y que disminuye la producción en cuanto al proceso de lavado puesto que previo a la alimentación a las zarandas debe ser sometido a una mezcla y deslamado con el uso de agua y utilizando la excavadora hasta lograr una densidad ligera en proporción de 50 a 50 % entre agua y material arcilloso, esto permite que el lavado sea efectivo al pasar por las regaderas y la zaranda vibratoria. Sin embargo el uso de un trómel será lo adecuado para evitar la pérdida de horas de excavadora y tiempo de lavado de la grava del mencionado nivel.

8. Conclusiones.

- ✚ La topografía del sector es regular está catalogada como una planicie colinada, entre las cotas 780 a 800 msnm, buena parte de la planicie está formada por terrazas aluviales, tienen una pendiente suave que varía entre el 1 a 1,5 % la misma que tiende a incrementarse hacia el N ver Mapa # 1.
- ✚ La mayor parte de la cuenca, comprende rocas sedimentarias del Terciario a Cuaternario en el sitio se observan afloramientos de las formaciones Napo y Hollin, además de los depósitos cuaternarios recientes. Ver Mapa #2, Las terrazas encontradas están conformadas por diferentes etapas de depositación con variación tanto en su textura como en el contenido de Au como se ha citado en los cortes litológicos y de contenido. Ver Mapa #3.
- ✚ La explotación actual incluye utiliza un proceso gravimétrico con una sistema de explotación por bloques en dirección S N lo que ocasiona un impacto visual alto puesto que desde la vía El Pangui- Gualaquiza se puede ver todas las labores de destape y extracción del yacimiento lo causa alarma en algunos transeúntes quienes imaginan que el sector quedará destruido. Ver Mapa # 5.
- ✚ Luego de los trabajos ejecutados se ha obtenido un total de 202427 m³ de gravas auríferas con una ley promedio de 0,2 gr/m³.
- ✚ El sistema de explotación propuesto tiene una dirección E-W y se inicia paralelo al cauce del rio, con la conformación de una berma de seguridad siguiendo el rio y hacia el colindante, además se propone un desbroce gradual lo que permite mantener una cortina de vegetación natural durante todo el tiempo de explotación.
- ✚ Con el sistema y nueva dirección de explotación propuesto se evitará causar un impacto visual, y al realizar un desbroce paulatino se podrá seguir beneficiándose de los cultivos y plantación actual. Además la flora y fauna no será impactada de

manera tan brusca puesto que mientras avanza la explotación se repondrá también los suelos y se emprenderá en la revegetación.

- ✚ Las Buenas Prácticas Ambientales contemplan acciones preventivas están encaminadas a reducir y mitigar las afectaciones que se darán por la extracción de los materiales, sobre la geomorfología, el relieve e inclusive la calidad del suelo del área de influencia directa del proyecto.

9. Recomendaciones

- ❖ Debido al relieve del área de trabajo será necesario construir canales de drenaje periféricos para el control de aguas pluviales que pueden causar inundaciones en el frente de trabajo si a esto se suman las aguas freáticas.
- ❖ Para la aplicación del sistema propuesto en la explotación se requiere la reubicación de las vías existentes en la actualidad para evitar la pérdida de gravas auríferas que están en el área por donde pasan las vías actuales.
- ❖ Se recomienda utilizar una tercera excavadora tipo PC 200 la misma que se dedicará al descole y rebanqueo de gravas y evitará las paradas del equipo de lavado mientras se descolaba con la misma excavadora que alimentaba. Otro beneficio de contar con la tercera máquina permitirá aportar a la reconfiguración del suelo.
- ❖ El equipo a utilizarse estará en la modalidad de alquiler ya que la vida útil del bloque explotado no justifica una inversión en la compra de equipos ya que no habrá tiempo para su amortización.
- ❖ Se deberá cumplir con la aplicación Buenas Prácticas Ambientales durante todo el tiempo de la operación, y hacer auditorías internas periódicas para cumplimiento de las mismas.

10. Bibliografía

- Atacama, U. d. (s.f.). *Exploraciones Mineras*.
- Bemmelen. (1961). *El carácter científico de la Geología*.
- Blatt, H., & Tracy, R. J. (1996). *Petrología, ígneas, sedimentarias y metamórficas: W.H. Freeman & Co. (p. 377-380)*. Nueva York.
- Buckner. (1983). *Topografía mediciones y su análisis*. California. EE.UU: Tercera impresión, 05 1991. Landmark Enterprise.
- Burrough. (1986). *Principios de Sistemas de Información Geográfica para la Evaluación de Recursos Tierra*. Nueva York: Oxford Ciencia Publicaciones.
- Castro Soto, G. (2012). *“Diccionario Minero” es parte del Manual Popular “La Mina nos Extermina”*. Editora: Otros Mundos, A.C.
- Colombia, M. d. (s.f.). *Métodos de explotación Minera – Vetas y Aluvión*. Colombia.
- Domingues, R. (1979). *Topografía e Astronomía” para Ingenieros y Arquitectos*. Sao Paulo: Editora Mc Graw-Hill.
- Ecotono Consultores Cía, L. (s.f.). *alificación A -MAE 167 CC. Estudio de impacto Ambiental Expost – Plan de manejo Ambiental de la Concesión Minera “La Misionera*.
- <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>, I. -I. (s.f.). *INAMHI - Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>.
- Husillos Rodríguez, R. (s.f.). *Proyectos Mineros y Energéticos - Estudio de viabilidad en proyectos de inversión*.
- Huxhold, W. E. (2001). *Administración de Sistemas de Información Geográfica. Proyectos Oxford University Press, Oxford*.
- IGM. (s.f.). *IGM - Instituto Geográfico Militar*. <http://www.igm.gob.ec/>. Obtenido de IGM - Instituto Geográfico Militar. <http://www.igm.gob.ec/>.
- INAMHI, I. N. (s.f.).
- INEC. (s.f.). *INEC - Instituto Nacional de Estadística y Censos*. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>.
- Minas, M. d. (s.f.). *Métodos de explotación Minera - Vetas y Aluvión*. Colombia.
- Muñoz Andrés, G. E. (2006). *Programa de Desarrollo Sostenible para la Industria Minera”*.
- Ortiz, C. (2002). *“Ciencias de la tierra”*.
- Robles, L. G. (2014). *Tesis, “Optimización de los procesos de extracción de grava aurífera y proceso de lavado del frente “El Porvenir” en el Proyecto Río Santiago, Empresa Nacional Minera*.

Slingerland, R. y. (1986). *Ocurrencia y formación de placeres establecido con el agua*". Revisión *Anual de la Tierra y Ciencias Planetarias*, 14, 113 147.

Vera Torres, J. (1994). *Estratigrafía: Principios y Métodos*. Madrid: Editorial Rueda.