

## HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 1/6

Título	<b>ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO AMBIENTAL APLICADO A LA MINERÍA ARTESANAL DE ORIGEN AURÍFERO ALUVIONAL. UBICADO EN EL SECTOR SAN LUIS DE MORICHAL, MUNICIPIO SIFONTES, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA</b>
Subtítulo	

### Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
<b>LAURA TORRES</b>	CVLAC	20.772.784
	e-mail	<a href="mailto:patriciatorres21@gmail.com">patriciatorres21@gmail.com</a>
	e-mail	
<b>CHMAIT RIFAAT</b>	CVLAC	16.499.416
	e-mail	<a href="mailto:rifaatchmait@gmail.com">rifaatchmait@gmail.com</a>
	e-mail	

### Palabras o frases claves:

Mina
Reserva
VPN
TIR
AMBIENTE
IMPACTO
CRI
VALORACION

## HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-área
Departamento de Ingeniería de Minas.	Minas

### Resumen (abstract):

El área de estudio se encuentra ubicado geográficamente en el municipio Sifontes a ocho (8) kilómetros de la población El Dorado, se inicia el traslado marítimo desde el río Cuyuni, asciende por el río Chícanan; hacia la zona minera, San Luis de Morichal en las coordenadas: 666678m E, 679382m N. La investigación tiene como objetivo Estudiar la factibilidad técnico-económica ambiental aplicada a la minería artesanal de origen aurífero aluvional, la metodología de la investigación se llevó a cabo en cuatro fases, la cual se forma de etapa I de oficina, etapa II, trabajo de campo, la cual se realizó una evaluación del área, recolección de muestras de agua, suelo, etapa III, procesamiento y análisis, en la cual se calculó la reserva, diseño del plan de explotación, análisis económico y organización de los datos obtenidos en campo, interpretación y análisis de resultados. Para la caracterización del material aluvial del área de estudio se realizaron análisis químico de metales, se extrajeron muestras del área de explotación por motobombas en el borde de río, las cuales presentan tenor de 9.63 gr/tn correspondiente a material aluvial lo cual no garantiza una rentabilidad para su producción en masa. Su método empleado es el de motobomba a presión. La mina San Luis de Morichal cuenta con información de 18 perforaciones geoexploratorias con una profundidad de cinco (5) metros. La cantidad de metros perforados son noventa (90) metros, las perforaciones se encuentran distribuidas en seis (06) secciones; la separación de las secciones es de cincuenta (50) metros. Los recursos minerales tipo A son del orden de los 228.090 toneladas, con un contenido metálico de 27.371 gramos y un tenor promedio del yacimiento de 0,12 gr/tn. La

aplicación del método semi-mecanizado arroja una vida de la mina de 2 años. Los equipos necesarios para la aplicación del método de explotación semi-mecanizado, trabajando con un solo frente de explotación son: 02 Monitores Hidráulicos, Tractor D8L y 01 Tame para la recuperación del material. Se determinó que la aplicación del método semi-mecanizado es rentable. Generan ganancias como refleja la Ganancia Total para el año 1 se cuantifican 866.539.391,6 Bs. Estos resultados indican claramente que el proyecto de explotación de mineral oro en la Mina San Luis de Morichal es rentable y cuenta con reservas que pueden generar ganancias positivas. La realización de la Valoración Ambiental demuestra que al ejecutarse la extracción del mineral en las áreas de estudio afecta considerablemente de forma negativa al medio ambiente, mediante el método de Criterios Relevantes Integrados se evaluó el impacto ambiental del área de estudio de acuerdo a estos se obtuvo un VIA= 3,8, Intensidad Media, Extensión Local, Duración Media, Reversibilidad Medianamente reversible, Riesgo Medio.

**HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 3/6**

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
BEZEIDA OSIO	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	7.253.131
	e-mail	<a href="mailto:bezeida@hotmail.com">bezeida@hotmail.com</a>
	e-mail	
CARMEN SALAZAR	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	18.172.950
	e-mail	<a href="mailto:Carmenys81@gmail.com">Carmenys81@gmail.com</a>
	e-mail	
NELSON ALIRIO MEDORI	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12.194.992
	e-mail	<a href="mailto:nelsonamedori@hotmail.com">nelsonamedori@hotmail.com</a>
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año          Mes      Día

2018	06	20
------	----	----

Lenguaje:      spa

**HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 4/6**

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-().doc	Application/msword

**Caracteres permitidos en los nombres de los archivos:** A B C D E F G H I J K L  
M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2  
3 4 5 6 7 8 9 \_ - .

Alcance:

Espacial: \_\_\_\_\_ (Opcional)

Temporal: \_\_\_\_\_ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero de Minas

Nivel Asociado con el Trabajo: **PREGRADO**

Área de Estudio: Departamento de Ingeniería de Minas

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: **Universidad de Oriente**

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA  
RECIBIDO POR *Ragales*  
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

Cordialmente,

*Juan A. Bolanos Cuatrecasas*  
JUAN A. BOLANOS CUATECASAS  
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

**HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 6/6**

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009)** “Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.



**AUTOR 1  
LAURA TORRES**



**AUTOR 2  
CHMAÏT RIFAAT**



**TUTOR  
PROF. BEZEIDA OSIO**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MINAS**



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO  
AMBIENTAL APLICADO A LA MINERÍA ARTESANAL DE  
ORIGEN AURÍFERO ALUVIONAL. UBICADO EN EL SECTOR  
SAN LUIS DE MORICHAL, MUNICIPIO SIFONTES, ESTADO  
BOLÍVAR, VENEZUELA**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO  
POR LOS BACHILLERES  
LAURA TORRES, Y  
CHMAIT RIFAAT, PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO DE MINAS.**

**CIUDAD BOLÍVAR, JULIO 2017**





**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado, íntitulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO AMBIENTAL APLICADO A LA MINERÍA ARTESANAL DE ORIGEN AURÍFERO ALUVIONAL. UBICADO EN EL SECTOR SAN LUIS DE MORICHAL, MUNICIPIO SIFONTES, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.**, presentado por los bachilleres **LAURA PATRICIA TORRES CARABALLO**, Cedula de identidad N° 20.772.784, **CHMAIT RIFAAT**, Cedula de identidad N° 16.499.416. Como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Minas. Ha sido **APROBADO** de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre y Apellido:

Firma:

BEZEIDA OSIO

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Prof. Víctor Gonzales  
Jefe del Departamento de Ing. Minas

Profesor Francisco Monteverde  
Director de Escuela

Ciudad Bolívar \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2017

## **DEDICATORIA**

A DIOS, Todo poderoso por ser nuestro amparo y fortaleza, por ayudarnos en todo este camino, gracias a él hemos llegado a lograr unas de nuestras metas. A nuestros padres por su confianza, comprensión y apoyo en el largo camino recorrido hasta ahora ya que han sido los pilares en nuestro camino y por supuesto forman parte de este logro.

A mis padres, hermanos y demás familiares que dieron apoyo moral y económico cuando estábamos a punto de quebrantarnos.

*Laura Patricia Torres Caraballo*

A Allah (Dios) primeramente por iluminarme a elegir esta maravillosa carrera, por guiarme cada vez que se me presentaba un problema y por darme la paciencia y fortaleza para terminar mi carrera.

A mi madre Najwa Chmait que está presente en cada momento para apoyarme y animarme en cada momento difícil y aconsejarme para seguir luchando y cumplir mis metas a mi padre Issam Chmait por estar pendiente de todo tanto en mi carrera como en mi vida.

A mi tía Amal Chmait porque aparte de ser mi tía siempre me trata como un hijo y está pendiente de todo, a mi tío Mahmud Chmait por siempre estar apoyándome y estar a la expectativa de mi carrera.

A mis amigas Vioralba Calderon y Marylian Santiago su apoyo y motivación llevo en una etapa muy difícil y me ayudaron a seguir adelante en mi carrera, a mi amigo que es como un hermano Stalin Matos que siempre estuvo presente para poder salir adelante estudiando y ayudándonos en todas las materias.

*Chmait Rifaat*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a DIOS por darnos las fuerzas necesarias en los momentos que más lo necesitamos, a lo largo del camino recorrido, producto de nuestra constancia, perseverancia, esfuerzo y dedicación.

A la Universidad de Oriente por los conocimientos allí adquiridos a lo largo de toda la carrera universitaria y por brindarnos la posibilidad de demostrar todas nuestras destrezas académicas a lo largo de nuestra carrera, a los profesores que nos han moldeado como investigadores, y profesionales íntegro en pro de una sociedad plena, y muy especialmente a mi tutora de tesis Bezeida Osio por su gran colaboración, orientación, asistencia técnica y científica brindada para la realización de este trabajo de grado.

*Laura Patricia Torres Caraballo*

Gracias Dios por permitirme cumplir este sueño, a la Universidad de oriente por todos los conocimientos que me brindo durante estos años de aprendizaje.

A mi tutora la profesora Bezeida Osio por toda la colaboración que me brindo durante la realización de este Trabajo de grado

A mis compañeros que estuvieron presente para apoyarme y muy especialmente a mis padres que estuvieron apoyándome durante todos los años de mi vida.

*Chmait Rifaat*  
*A Todos Mil Gracias*

## RESUMEN

El área de estudio se encuentra ubicado geográficamente en el municipio Sifontes a ocho (8) kilómetros de la población El Dorado, se inicia el traslado marítimo desde el río Cuyuni, asciende por el río Chícanan; hacia la zona minera, San Luis de Morichal en las coordenadas: 666678m E, 679382m N. La investigación tiene como objetivo Estudiar la factibilidad técnico-económica ambiental aplicada a la minería artesanal de origen aurífero aluvional, la metodología de la investigación se llevó a cabo en cuatro fases, la cual se forma de etapa I de oficina, etapa II, trabajo de campo, la cual se realizó una evaluación del área, recolección de muestras de agua, suelo, etapa III, procesamiento y análisis, en la cual se calculó la reserva, diseño del plan de explotación, análisis económico y organización de los datos obtenidos en campo, interpretación y análisis de resultados. Para la caracterización del material aluvial del área de estudio se realizaron análisis químico de metales, se extrajeron muestras del área de explotación por motobombas en el borde de río, las cuales presentan tenor de 9.63 gr/tn correspondiente a material aluvial lo cual no garantiza una rentabilidad para su producción en masa. Su método empleado es el de motobomba a presión. La mina San Luis de Morichal cuenta con información de 18 perforaciones geoexploratorias con una profundidad de cinco (5) metros. La cantidad de metros perforados son noventa (90) metros, las perforaciones se encuentran distribuidas en seis (06) secciones; la separación de las secciones es de cincuenta (50) metros. Los recursos minerales tipo A son del orden de los 228.090 toneladas, con un contenido metálico de 27.371 gramos y un tenor promedio del yacimiento de 0,12 gr/tn. La aplicación del método semi-mecanizado arroja una vida de la mina de 2 años. Los equipos necesarios para la aplicación del método de explotación semi-mecanizado, trabajando con un solo frente de explotación son: 02 Monitores Hidráulicos, Tractor D8L y 01 Tame para la recuperación del material. Se determinó que la aplicación del método semi-mecanizado es rentable. Generan ganancias como refleja la Ganancia Total para el año 1 se cuantifican 866.539.391,6 Bs. Estos resultados indican claramente que el proyecto de explotación de mineral oro en la Mina San Luis de Morichal es rentable y cuenta con reservas que pueden generar ganancias positivas. La realización de la Valoración Ambiental demuestra que al ejecutarse la extracción del mineral en las áreas de estudio afecta considerablemente de forma negativa al medio ambiente, mediante el método de Criterios Relevantes Integrados se evaluó el impacto ambiental del área de estudio de acuerdo a estos se obtuvo un VIA= 3,8, Intensidad Media, Extensión Local, Duración Media, Reversibilidad Medianamente reversible, Riesgo Medio.

## CONTENIDO

	Página.
<b>ACTA DE APROBACIÓN</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	xiii
<b>LISTA DE APÉNDICES</b> .....	xv
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	xvi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	3
<b>SITUACIÓN A INVESTIGAR</b> .....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos de la investigación .....	4
1.2.1 Objetivo General .....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Alcance de la investigación.....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	7
<b>GENERALIDADES</b> .....	7
2.1 Ubicación del área de estudio .....	7
2.2 Acceso al área .....	8
2.3 Características generales del área de estudio .....	9
2.3.1 Clima.....	9
2.3.2 Suelos .....	10
2.3.3 Flora y vegetación .....	12
2.3.4 Hidrografía .....	13
2.3.5 Drenaje .....	13
2.4 Geología regional .....	13
2.5 Geología local .....	14
2.5.1 Geología del área de estudio .....	16
<b>CAPÍTULO III</b> .....	17
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	17
3.1 Antecedentes .....	17
3.2 Definición de términos básicos .....	19
3.2.1 Oro .....	19

3.2.2 Minería en pequeña escala .....	20
3.2.3 Depósitos de oro.....	22
3.2.4 Depósitos de oro epigeneticos.....	22
3.2.5 Depósitos de oro singeneticos (placeres) .....	22
3.3 Calculo de reserva .....	27
3.3.1. Método Triangular .....	27
3.3.2 Clasificación de Métodos de Explotación de Placeres Auríferos .....	29
3.3.3 Minería Hidráulica .....	29
3.3.4 Explotación con maquinaria pesada.....	30
3.3.5 Dragado .....	30
3.6 Evaluación Económica.....	31
3.6.1 Ingresos Estimados .....	31
3.5 Estudio de Factibilidad medio Ambiental.....	36
3.6 Identificación de los impactos ambientales.....	38
3.6.1 Impacto visual .....	38
3.6.2 Manejo de las aguas .....	38
3.6.3 Flora y fauna .....	39
3.6.4 Ruido.....	39
3.6.5 Vibraciones-estabilidad del terreno .....	39
3.6.6 Polvo y otras emisiones a la atmosfera .....	40
3.6.7 Tráfico .....	40
3.6.8 Manejo de productos químicos, hidrocarburos, y explosivos .....	40
3.6.9 Manejo de riesgos .....	41
3.6.10 Manejo de materiales de desecho.....	41
3.6.11 Impacto social y económico.....	42
3.7 Evaluación ambiental .....	42
3.8 Suelo.....	44
3.8.1 Erosión en los suelos.....	44
3.9 Calidad y salud del suelo.....	46
3.9.1 Clases de textura de los suelos .....	47
3.9.2 Color de los suelos .....	48
3.10 Rehabilitación y uso final del terreno .....	48
3.10.1 Plan de uso final del terreno.....	49
3.10.2 Plan de rehabilitación progresiva.....	49
3.11 Características de las aguas .....	50
3.11.1 Características físicas .....	51
3.11.2 Características químicas.....	51
3.11.3 Características biológicas.....	52
3.12 Contaminación del agua.....	52
3.12.1 Contaminaciones dispersas .....	52
3.12.2 Contaminantes físicos .....	53
3.12.3 Contaminantes químicos (orgánicos e inorgánicos) .....	53
3.12.4 Contaminantes biológicos .....	54



3.13 Parámetros que utilizan para el análisis de la calidad del agua.....	54
3.13.1 Parámetros físicos .....	54
3.13.2 Parámetros químicos .....	55
3.13.3 Parámetros bacteriológicos .....	57
3.14 Fundamentos legales .....	58
3.15 Marco legal Venezolano .....	59
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>63</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>63</b>
4.1 Tipo de Investigación .....	63
4.2 Diseño de la investigación .....	63
4.3 Etapa I .....	65
4.3.1 Recopilación bibliográfica y cartográfica del área de estudio .....	65
4.4 Etapa II .....	66
4.4.1 Trabajo de campo .....	66
4.4.2 Posicionamiento de los sitios de muestreo .....	67
4.4.3 Recolección de muestras de agua y suelo .....	68
4.5 Etapa III .....	70
4.5.1 Laboratorio .....	70
4.5.2 Análisis Químico .....	70
4.5.3 Análisis Físico .....	71
4.6 Etapa IV .....	74
4.6.1 Caracterización del Yacimiento .....	74
4.6.2 Cálculo de reserva explorado .....	74
4.6.3 Análisis económico preliminar .....	75
4.6.4 Evaluación de los impactos productos de la actividad minera .....	75
4.6.5 Elaboración de informe final .....	76
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>77</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>77</b>
5.1 Caracterización del material aluvional .....	77
5.2 Calculo de Reserva del área de estudio .....	79
5.3 Diseño del Plan de Explotación .....	82
5.3.1 Producción y vida de la mina .....	82
5.3.2 Descripción y Caracterización de los equipos de explotación para aplicar el método de explotación semi-mecanizado .....	83
5.4 Análisis de las variables de Rentabilidad del proyecto (VPN y TIR) .....	84
5.4.1 Método Semi-Mecanizado .....	84
5.4.2 Estimación de los costos de operaciones .....	86
5.5 Evaluación de los posibles impactos ambientales producto de la actividad minera .....	92
5.5.1 Evaluación de los Impactos .....	94
5.5.2 Afectación de la vegetación .....	97

5.5.3 Suelo.....	97
5.5.4 Aire.....	98
5.5.5 Fauna.....	99
5.5.6 Modificación del paisaje natural.....	99
5.5.7 Medidas de prevención ambiental.....	100
5.5.8 Medidas mitigante y de recuperación de áreas intervenidas.....	100
5.5.9 Programación de medidas de protección del personal.....	101
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>103</b>
Conclusiones.....	103
Recomendaciones.....	105
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>106</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>113</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación del área de estudio San Luis de Morichal (Google Earth, 2017).....	7
2.2 Acceso al área de estudio San Luis de Morichal (Google Earth, 2017) .....	8
2.3 Provincias geológicas del estado Bolívar.....	14
3.5 Formación de un yacimiento Eluvial de un Filón de Oro. López, V. 1981 M.E.M., Oro 1° Parte.....	26
4.1 Flujograma de la investigación. ....	64
4.2 Recorrido y evaluación del área de explotación Aluvional .....	66
4.3 Identificación del sistema de explotación por motobomba en el rio Chicanan.....	67
4.4 Ubicación de sitios de muestreo del área de explotación aluvional.....	67
4.5 Recolección de muestra de suelo y agua del área de estudio San Luis de Morichal .....	70
4.6 Secado de las Muestras .....	71
4.7 Tamizadora.....	72
4.8 Disolución de la muestra.....	73
5.1 Método de explotación por draga de Succión .....	78
5.2 Explotación depósitos de placeres rio Chicanan.....	78
5.8 Valor Presente Neto (VPN) mina San Luis de Morichal .....	91
5.9 Impacto ambiental del área de estudio San Luis de Morichal .....	92
5.10 Vegetación afectada mina San Luis de Morichal.....	97
5.11 Remoción de la capa de suelo para la extracción del mineral.....	98
5.12 Remoción del suelo y tala de árboles en el área de estudio mina San Luis de Morichal .....	99

## LISTA DE TABLAS

	Página
3.2 Características de las aguas (Kiely, G 1999) .....	51
3.3 Límites permisibles de los elementos de las aguas, Decreto Ejecutivo 883 (Gaceta Oficial N 0 5.021Extraordinario del 18 de Diciembre de 1995) .....	61
3.4 Clasificación de las aguas, Decreto Ejecutivo N 0883 del 11 de octubre de 1995.gaceta oficial N0 5.021Extraordinario del 18 de Diciembre de 1995.”Normas para la clasificación y el control de localidad de los cuerpos de agua y vertidos) .....	62
4.1 Ubicación de Muestras Frente de Explotación.....	68
4.2 Ubicación de Coordenadas UTM de los Sondeos Mina San Luis de Morichal....	69
5.1 Análisis químico de metales de muestra del área de explotación por motobomba del rio Chicanan. ....	77
5.2 Perforaciones realizadas en la Mina San Luis de Morichal .....	80
5.3 Calculo de Reserva mina San Luis de Morichal municipio Sifontes. Recursos mineral Tipo A .....	81
5.4 Producción y vida de la Mina San Luis de Morichal .....	83
5.5 Especificaciones del tractor D8L (Chacón Ibarra, 1993).....	83
5.6 Dimensiones principales del tractor D8L. (Chacón Ibarra, 1993) .....	84
5.7 Tipos y ancho de hoja Tractor D8L (Chacón Ibarra, 1993).....	84
5.8 Inversión estimada en la aplicación del Método Semi-Mecanizada. Mina San Luis de Morichal. ....	85
5.9 Monto de alquiler de un Tractor D8L en la aplicación del Método Semi- mecanizado. Mina San Luis de Morichal.....	86
5.10 Consumo de combustible de equipos. Mina San Luis de Morichal .....	86
5.11 Consumo de Aceite de los equipos. Mina San Luis de Morichal .....	86
5.12 Costo de reparación y mantenimiento de monitores hidráulicos. Mina San Luis de Morichal .....	87
5.13 Costo de personal. Mina San Luis de Morichal .....	87
5.14 Costo de operaciones. Mina San Luis de Morichal.....	88
5.15 Impuesto de explotación. Método Semi-mecanizado. Mina San Luis de Morichal .....	88
5.16 Ingresos. Mina San Luis de Morichal .....	89
5.17 Depreciación de equipos en la aplicación del método Semi-mecanizado Mina San Luis de Morichal.....	89
5.18 Flujo de Caja generado por la alternativa del método de Semi-mecanizada. Mina San Luis de Morichal.....	90
5.19 Flujo de Caja generado por la alternativa del método de Semi-mecanizada. Mina San Luis de Morichal. Ganancia total.....	90
5.20 Tasa Interna de Retorno (TIR) mina San Luis de Morichal.....	91

5.21 Identificación de Impacto Potencial. Proyecto Estudio de factibilidad tecnico economico ambiental aplicado a la minería artesanal de origen aurífero aluvional. Ubicada en el sector San Luis de morichal; municipio Sifontes, estado Bolívar, Venezuela.....	90
5.22 Evaluación de los Impactos.....	94
5.23 Resumen de Valoración de los Impactos .....	95
5.24 Resumen de descripción de los Impactos.....	96

## LISTA DE APÉNDICES

	Pág.
<b>A. ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA –CENTRO DE GEOCIENCIAS ANALISIS QUIMICO DE METALES .....</b>	<b>108</b>
A.1 Análisis químico de metales Frente de Explotación borde rio Chicanan material Aluvial.....	109
A.2 Análisis químico de roca Tenores Perforaciones de la Mina San Luis de Morichal .....	110
<b>B. ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA –CENTRO DE GEOCIENCIAS ANALISIS QUIMICO DE AGUA .....</b>	<b>111</b>
B.1 Análisis químico de agua Mina San Luis de Morichal .....	112

## **LISTA DE ANEXOS**

1. Mapa Topográfico y ubicación de Perforaciones de la Mina San Luis de Morichal municipio Sifontes estado Bolívar

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo minero ha alcanzado niveles económicos de gran importancia a escala mundial, por lo tanto, la extracción de mineral constituye una fuente de desarrollo y de bienestar para la sociedad, es por ello que desde tiempos remotos el hombre ha venido mejorando el sistema de excavación de minerales a través de los procesos de perforación, voladura y acarreo.

En el área del km 88 se descubrió oro por primera vez en 1910 y actualmente dicha región es muy conocida por la ocurrencia de dicho mineral y la gran cantidad de explotaciones mineras realizadas hasta la fecha, principalmente durante la década de 1980-1990. Anteriormente solo existió una actividad minera intermitente, reconociéndose la explotación realizada por los ingleses en la mina Carabobo como la única actividad organizada desde 1934 hasta 1939 y de la que se desconoce la cantidad de oro extraído. En la actualidad el municipio Sifontes es reconocido por su actividad minera que se esparce por todo su territorio con grandes depósitos de yacimientos de veta y aluviones de mineral de oro.

Esta investigación está constituida en cinco (5) capítulos, que tiene una estructura sucesiva y es la siguiente: En el Capítulo I, se presenta la situación a investigar del proyecto donde se puntualiza la problemática y los objetivos; seguido de las generalidades de la investigación que comprende la ubicación geográfica de la zona, las características y aspecto del área de estudio correspondiente al Capítulo II; y será la base para el desarrollo del marco teórico, considerando en primera instancia los antecedentes vinculados a la investigación y los conceptos primordiales del



estudio del Capítulo III. Siguiendo con la estructura del proyecto se realiza la metodología de la investigación, que representa el tipo, el diseño y el esquema principal de cada una de las etapas de estudio, las cuales son descritas en el Capítulo IV. El desarrollo de los capítulos anteriores permite ejecutar la interpretación de datos y por ende el análisis de los resultados de la investigación especificada en el Capítulo V, lo que dará acceso la composición de conclusiones y recomendaciones pertinentes al estudio realizado. Finalmente, se presenta las referencias consultadas.

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### **1.1 Planteamiento del problema**

La Actividad minera Artesanal se relaciona históricamente, en una primera instancia, con la necesidad de obtener materiales para defensa y caza, herramientas, utensilios domésticos, alimentación (sal gema) etc., siendo la única forma de minería que se desarrolló desde los albores de la civilización humana hasta los inicios de la revolución industrial, que fue cuando alcanzo un alto grado de mecanización y tecnificación, dando lugar a la gran minería.

Actualmente la minería artesanal es una actividad que nos ofrece grandes beneficios económicos, como también puede representar un gran impacto ambiental si se hace sin planes ni recursos para la recuperación de todo el entorno del área afectada, ocasionando así daños al ambiente, lo que la convierte en una actividad rechazada y mal vista por la mayoría de las personas. Aun así no se puede dejar de lado los beneficios económicos y sociales que aporta a la región donde se desarrolla. Por lo tanto es necesaria la búsqueda de una minería sustentable para lograr un equilibrio entre los bienes socioeconómicos y ambientales.

El Estado Bolívar no solo es uno de los estados más ricos en cuanto a maravillas naturales también, es uno de los estados más rico en depósitos minerales de gran valor para la riqueza de nuestro país y por lo tanto se ve más afectado en cuanto a la problemática que sufre la minería artesanal al no contar con las condiciones adecuadas para su desarrollo y su formalización, desarrollándose mayormente de manera informal, en condiciones perjudiciales para los trabajadores, la población circundante el medio ambiente, compromete

la calidad de vida de futuras generaciones. En los últimos tiempos la minería artesanal ha sido vista negativamente por el daño que puede ocasionar al medio ambiente la falta de aplicación de estrategias, métodos y tecnología innovadora que permitan mitigar daños a la capa vegetal y a los ríos, el incremento de la pobreza y la expansión de enfermedades la refieren como una actividad negativa por parte de la opinión pública y ante las autoridades competentes

Considerando lo antes expuesto, se tiene como finalidad la elaboración de un estudio de factibilidad técnico-económico ambiental, correspondientes a los depósitos de mineral aurífero aluvional, ubicado en el Sector San Luis de Morichal, Municipio Sifontes, Estado Bolívar en el cual se creen condiciones adecuadas para la integración de la minería artesanal en el sector de la economía formal constituyendo incentivos para su realización en forma técnica, ordenada y sostenible para la mejora de las actividades mineras.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo General**

Estudiar la factibilidad técnico-económica ambiental aplicada a la minería artesanal de origen aurífero aluvional, ubicada en el sector San Luis de Morichal municipio Sifontes estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterizar el material aluvional.
2. Calcular las reservas del área de estudio.

3. Diseñar el Plan de Explotación.
4. Analizar el valor Presente Neto y tasa interna de retorno.
5. Valorizar los posibles impactos ambientales producto de la actividad minera mediante el método de Criterios Relevantes Integrados (CRI).

### **1.3 Justificación de la investigación**

La minería artesanal explota yacimientos con poca inversión y trabajo intensivo o en minas abandonadas donde la minería convencional no es rentable, utiliza tecnologías sencillas, llegando en algunos casos a niveles semi-mecanizados, así como insumos domésticos. Estas características reflejan un gran potencial de esta actividad para contribuir a la generación de empleo, reducción de la pobreza, desarrollo local, obtención de ingresos fiscales, pudiendo coexistir con la minería convencional como una actividad que podría desarrollarse de manera sostenible, contribuyendo al desarrollo social. Pero carecen de estudios técnicos económicos – ambientales que permitan el mejoramiento de las actividades mineras artesanales a través de procesos de innovación tecnológica que permitan la explotación racional de los recursos geológicos y estudios del impacto ambiental que reviertan las situaciones peligrosas y a su vez mitigar los impactos producidos. Por tal motivo se tiene la necesidad de elaborar un estudio técnico económico-ambiental que mejore las condiciones de trabajo existentes en el Sector San Luis de Morichal, municipio Sifontes, Estado Bolívar, Venezuela.

### **1.4 Alcance de la investigación**

Esta investigación tiene como alcance la realización de una evaluación para generar ideas de soluciones potenciales en la minería artesanal debido a la necesidad

de ciertos estudios de los cuales carece el área de estudio con el objetivo de proporcionar, soluciones factibles que mejoren la actividad, adaptando diferentes técnicas de evaluación técnica económica ambiental para que esta actividad pueda realizarse de manera organizada.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado geográficamente en el municipio Sifontes a ocho (8) kilómetros de la población El Dorado, se inicia el traslado marítimo desde el río Cuyuni, asciende por el río Chícanan; hacia la zona minera del área de estudio, San Luis de Morichal en las coordenadas: 666678m E, 679382m N (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ubicación del área de estudio San Luis de Morichal (Google Earth, 2017).

## 2.2 Acceso al área

La ubicación geográfica del Dorado es el punto de referencia para el acceso al área de estudio, donde se inicia el traslado marítimo de cuarenta y cinco minutos (45 minutos) desde el área de embarque del río Cuyuní y asciende por el río Chícanan, hacia la zona minera del área de estudio, San Luis de Morichal, y es aproximadamente una distancia de doce kilómetro (12 km) vía marítima y ocho kilómetro vía terrestre (8 Km) (Figura 2.2).



Figura 2.2 Acceso al área de estudio San Luis de Morichal (Google Earth, 2017).

## **2.3 Características generales del área de estudio**

### **2.3.1 Clima**

El clima del área corresponde al de un bosque húmedo tropical (Bh-T), según la clasificación de Kopen el área se localiza en la región climática AW, que corresponde a una zona húmeda en épocas secas y lluviosas.

A continuación se hace una descripción temporal de los principales parámetros meteorológicos que determinan el clima de la región, según su comportamiento anual.

#### **2.3.1.1 Precipitación**

El patrón de precipitación corresponde con el registrado en la cuenca del Caroní, con sequías durante los meses de enero, febrero y abril; y periodos de lluvias durante los meses de mayo, junio y julio con un segundo periodo en los meses de octubre y noviembre.

La precipitación media anual es de 3.592 mm, el promedio mensual alcanza un máximo de 396,5 mm en junio y un mínimo de 36,7 mm en abril.

#### **2.3.1.2 Temperatura**

La distribución bimodal de la temperatura mensual promedio presenta un rango de variación entre 25,2<sup>0</sup>C y 28<sup>0</sup>C con un promedio mensual de 26,7<sup>0</sup>C los máximos mensuales se presentan durante los meses de junio (27,2 <sup>0</sup>C) y julio (26,6 <sup>0</sup>C).



### **2.3.1.3 Humedad relativa**

Está definida por cambios en la temperatura y la precipitación. La humedad relativa alcanza picos en los meses de enero (88,2 %) y junio (87,7%), y mínimos durante los meses de abril (84%) y octubre (82,2%).

### **2.3.1.4 Velocidad y dirección del viento**

La velocidad del viento en promedio es de 1,0 m/s con un rango de variación entre noviembre y enero (0,9 m/s) y en abril (1,1 m/s). Los vientos son constantes y de baja velocidad a lo largo del año, se desplazan desde el Noreste, durante el inicio del día, hacia el Sureste, en la tarde y noche; para luego regresar al Noreste en la mañana.

### **2.3.2 Suelos**

Los suelos de esta zona son de muy baja capacidad de retención de cationes por lo que se puede inferir, que tienen poco contenidos de minerales primarios, estando presente más fracción fina de los secundarios. Estos suelos poseen PH alto extremadamente ácido y muy bajos niveles de fósforo, calcio, sodio y potasio (PDVSA, 2012b).

Básicamente en el área de estudio se distinguen cuatro tipos de suelos, que son el reflejo de las litologías y el relieve.

1. Suelos desarrollados sobre metalavas andesíticas o basálticas, de carácter residual, con textura limo-arcillosa.
2. Suelos desarrollados sobre metatobas y metavolcanicas sedimentarias de unidades andesítico-dacíticas, de carácter residual, con textura limo-arcillosa.

3. Suelos desarrollados sobre áreas caolinitizadas por efecto de la alteración meteórica e hidrotermal, de carácter residual, con textura arcillo-limosa a limo-arcillosa.

4. Suelos compuestos por aluviones y coluviones, constituidos por la mezcla de sedimentos como grava, arena, limo, y arcilla; localizados en zonas depresionales y en las márgenes de las principales vías de drenaje.

Los suelos de la zona consisten principalmente en un regolito producto de descomposición de las rocas subyacentes. Entre 0-40 m de profundidad no existen remanentes de la textura original de la roca y el suelo se divide en suelo superficial (0-50 m) laterita (0,5-2 m), zona moteada (1-10 m), zona de arcilla o saprolita (0-40 m).

La textura varía del regolito a los mantos aluviales: en el primero abundan los fragmentos de cuarzo alineados como remanentes de los antiguos filones de cuarzo aurífero depositados en las grietas de la roca original, contenidos en una matriz limolítica arcillo-limosa; mientras que en los mantos aluviales se intercalan texturas gruesas areno-gravosas con arcilla y limo.

En condiciones naturales los suelos están estratificados con vetas de cuarzo de baja dispersividad, pero el trabajo minero los ha expuesto a la erosión laminar después de remover la cobertura vegetal. Debido al régimen climático característico del área, el proceso de movilización comienza con la suspensión de las partículas en el agua y el arrastre y selección de los granos más gruesos para depositarse en zonas más bajas; sin embargo, el agente antropico es más energético que la dinámica natural (Corporación Venezolana de Guayana, 1992).

### 2.3.3 Flora y vegetación

Se presenta la caracterización florístico estructural de los bosques húmedos de un sector de la cuenca media-alta del río Cuyuní (confluencia ríos Uey y Cuyuní) y de una porción del alto río Uey en las faldas al norte de la Sierra de Lema. Ambas áreas están incluidas en la Reserva Forestal Imataca. Los bosques estudiados presentan gran desarrollo, pues son comunes alturas de hasta 50 m y altas densidades de cobertura, especialmente en los bosques dominados por mora (PDVSA, 2012b).

A pesar de esta aparente homogeneidad en la vegetación, una superficie apreciable de ellos ha estado sometida a los efectos de la pequeña minería de oro de aluvión y entesaque selectivo de maderas, especialmente los del río Cuyuní, por lo que grandes parches están conformados por bosques secundarios. Así mismo aparecen los bosques de tierra firme que presentan mayor porte que los bosques inundables. La subcuenca media del río Uey está dominada por bosques altos y medios, y más diversos que los que se encuentran en la cuenca del Cuyuní, mientras que en su subcuenca alta, en el piedemonte de la Sierra de Lema, contiene bosques medios cuya composición está muy relacionada con la de los bosques de la Gran Sabana y los ambientes tepuyananos de baja altitud, a diferencia de los encontrados en zonas de menor altitud (PDVSA, 2012b).

En la cuenca alta y media del Cuyuní, tanto en el cauce principal del río como en las quebradas afluentes, las aguas fueron ligeramente ácidas a neutras, y los valores de turbidez, sólidos totales suspendidos y disueltos y la conductividad fueron relativamente bajos, típicos de los ríos de aguas negras y claras que fluyen a través del Escudo Guayanes. Sin embargo, algunas quebradas presentaron elevadas concentraciones de sólidos suspendidos como resultado del impacto producido por la intensa actividad minera que se desarrolla en esa zona (PDVSA, 2012b).

### **2.3.4 Hidrografía**

La hidrografía del área de estudio, se basa principalmente en un sólo río cuenca del Cuyuní pertenece al sistema del río Esequibo, por lo que a nivel continental es considerado como una subcuenca de este río que se extiende en la vecina Guyana. A nivel regional en Venezuela, el Cuyuní y su área de drenaje, se sitúan al oeste de la Sierra de Urapan Tepui y el curso principal tiene una orientación oeste-noroeste, donde recibe el aporte de varias afluentes como: Venado, Yuruari, Chícanaan, Yuruan, Corumo y Marhuani. Nace en las estribaciones orientales de la Serranía de Lema (PDVSA, 2012b).

### **2.3.5 Drenaje**

El drenaje local está asociado a la geología, la morfogénesis de los paisajes y del relieve, la vegetación y los suelos. En ese sentido, el área posee, en general, un buen drenaje, aunque el mismo es más bien excesivo en los paisajes de altiplanicie y lomerío. En general, la densidad de drenaje del área es alta, favorecida por la topografía y lo poco permeable del material dominante (PDVSA, 2012b).

## **2.4 Geología regional**

El Escudo de Guayana se localiza al sur del Río Orinoco y ocupa aproximadamente el 50% de la superficie de Venezuela con rocas tan antiguas como 3.41 Ga (granulitas y charnockitas del Complejo de Imataca) y tan jóvenes como 0.711 Ga (kimberlitaseclogíticas de Guaniamo), que registran en buena parte una evolución geotectónica similar a la de otros escudos precámbricos en el mundo (PDVSA, 2012b).

En general el Escudo de Guayana, que se compone de cuatro provincias geológicas; Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima, y forma parte del Cratón Amazónico del Precámbrico de Sur América (Figura 2.3).

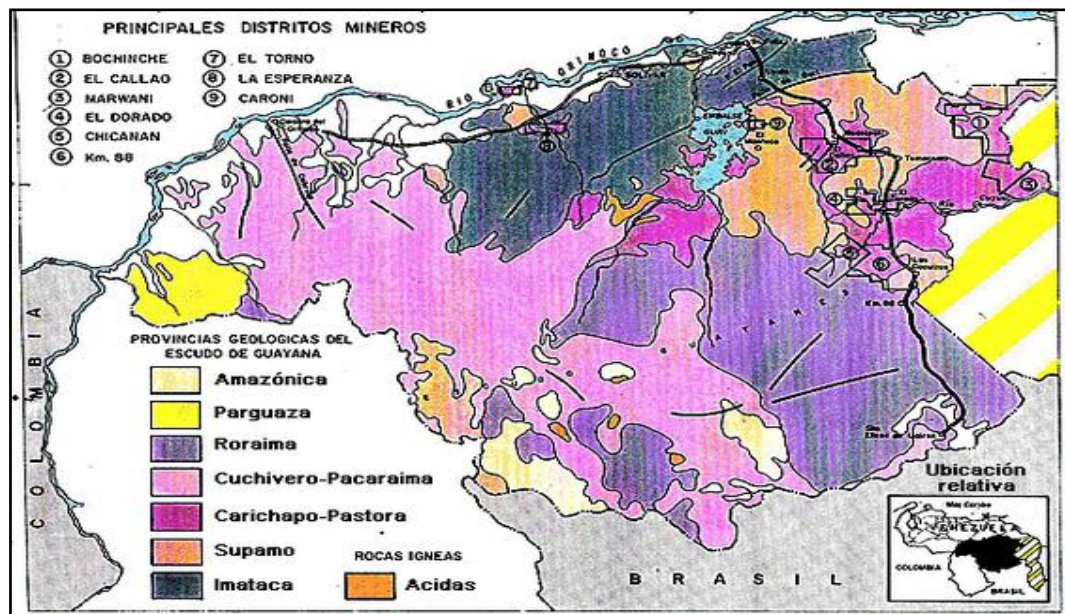


Figura 2.3 Provincias geológicas del estado Bolívar (Mendoza, V. 2005)

## 2.5 Geología local

El municipio Sifontes, está ubicado en el Cinturones de Rocas Verdes de Tumeremo, perteneciente al Proterozoico Inferior, este cinturón tiene una orientación Norte – Sur de 180 Km de longitud con un ancho de 30 a 40 Km; y está en contacto norte con la Provincia de Imataca a través de la Falla de Gurí y al sur por las zonas de las fallas de Chícanan con el Complejo de Supamo y más al sur desaparece bajo las Formaciones del Roraima, donde la provincia que más prevalece es la Pastora (PP), que se extiende desde la falla de Gurí al Norte hasta las proximidades del Parque Nacional Canaima al Sur (Km 95), por el Este hasta los límites con la zona en Reclamación del Esequivo y al Oeste hasta el Río Caura. Está formada por

Cinturones de Rocas Verdes (CVR) delgados, antiguos y tectonizados tipo Carichapo y CRV más anchos, Jóvenes y menos tectonizados tipo Botanamo y por complejos graníticos sódico, como el Complejo de Supamo, siendo toda la secuencia intrusionada por granitos potásicos dioritas y rocas gabroides con escasos y no bien definidos complejos máficos, ultra máficos, ofiolíticos o no, intrusiones de diabasas y rocas asociadas noritico-gabroides (PDVSA, 2012b)

Este CRV tuvo su origen hace 2.700 millones de años. Durante los efectos finales de la orogénesis Pre-Transamazonica (C.V.G.Tecmin, 1.993), con un ciclo de intrusiones alcalinas, en un contexto estructural de tipo Rift. Los depósitos minerales mayores son de tipo volcánico y sedimentarios, subordinados con intrusiones máficas y félsicas de afinidad máfica (PDVSA, 2012b).

Las rocas varían litológicamente y texturalmente manifestándose principalmente en los cambios de color, desde el gris verdoso hasta verde negruzco, casi todas estas rocas son de grano muy fino y solo localmente tienen estructuras reconocibles de tipo almohadillas (PDVSA, 2012b).

Toda la secuencia sufrió una deformación marcada por un plegamiento isoclinal y una foliación localmente concordante con los contactos del Complejo de Supamo. Un metamorfismo de las facies de los Esquistos Verdes ha afectado toda la secuencia, localmente alcanzó la facies de la Anfibolita. Típicamente las rocas metamorfizadas son de colores grises significativamente más claras que las rocas no afectadas por las soluciones hidrotermales (PDVSA, 2012b).

Posteriormente a su plegamiento y metamorfismo la roca caja básica sirvió de huésped a múltiples vetas y filones de cuarzo. El carbonato de calcio (Principalmente de tipo Ankerita), magnesio Mg e hierro Fe (Aarden 1.986; Mowat y asociados 1.967 y 1.969) puede ocurrir en cantidades menores en la veta aurífera, pero frecuentemente

predomina en las paredes donde la roca encajante ha sido metamorfizada (PDVSA, 2012b).

Los minerales principales que predominan en la zona son cuarzo, plagioclasa sódica y leucoxeno, micas blancas (moscovita y sericita), epidota - clinozoisita, carbonatos, sulfuros y óxidos de hierro (pirita, hematita, etc.). Las micas blancas y verdes (potásicas), la plagioclasa sódica así como la clorita, se encuentran, como minerales de ganga en rocas afectadas por la acción de soluciones hidrotermales aun cuando normalmente en menores cantidades que el cuarzo y el carbonato (PDVSA, 2012b).

### **2.5.1 Geología del área de estudio**

La geología del área es la base que determina las formas de paisaje que se observan en el área de la cuenca Cuyuní del Río Chícanan perteneciente al sector San Luis de Morichal, cuya litología y estructuras geológicas, bajo largos procesos de meteorización en tiempos geológicos, han dado lugar a los tipos de suelo y a una vegetación que sustenta la biodiversidad presente in situ. La geología, es la clave de interpretación de la ecología de esta cuenca de la Guayana Oriental. Donde se presentan los cinturones de rocas verdes de la Provincia Imataca, caracterizada litológicamente por rocas volcano-sedimentarias, calco-alcalinas y toleiticas, que incluyen basalto almohadillado, andesita, dacita, riolita, sedimentos tobaceos y piroclasticos, gravas, pelitas, rocas sedimentarias de origen químico y rocas volcanoclasticas. En la parte superficial, este material geológico ha sido expuesto a los efectos de la meteorización que ha dado origen a un aluvión, debajo del cual, subyace un estrato saprolítico de aproximadamente 30 m de espesor, el cual tras los procesos de la erosión, arrastre y deposición, ha dado origen a los suelos residuales ricamente mineralizados (PDVSA, 2012b).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes**

A continuación se presentan algunas de las referencias bibliográficas relacionadas con el tema del proyecto.

Ramos, G., Efrén, R., (2005) **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL YACIMIENTO AURÍFERO ABIGAIL-ESTEFANIA**. Tesis para optar al título de Ingeniero de Minas. Facultad de Ingeniería Geológica, Minería, Metalúrgica y Geografía E.A.P de Ingeniería de Minas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. La interpretación geológica y la evaluación económica desde el punto vista MINERO de la Concesión Abigail-Estefanía ubicado en la quebrada de Piruja, Distrito de Chaparra. Con el estudio geológico y observaciones de campo se localizaron dos zonas que evidencian características adecuadas para una explotación con un mínimo de preparación y costos para la extracción. Este resumen geológico es la base para la realización del presente estudio cuyo objetivo final es lograr la explotación del yacimiento Abigail Estefanía al menor costo posible cumpliendo todas las normas mineras en legalidad, seguridad y medio ambiente constituyendo una muestra para que pequeños mineros con limitadas inversiones puedan trabajar en sus yacimientos de manera correcta.

Arango, M., Julián, A., (2014) **PROYECTO DE MINERÍA DE ORO LA COLOSA, IDENTIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA DE EXPLOTACIÓN Y SUS IMPACTOS**. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Maestría en Gestión Ambiental, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. En este trabajo se describió y se caracterizó ambientalmente la zona para permitir ide-



ntificar los posibles impactos que se pueden generar en este ecosistema estratégico y sus consecuencias para la región por todo lo que significa en la captación y producción de agua, generación de alimentos y servicios ambientales que presta. Es decir, la investigación caracterizó la zona de influencia de la Colosa, en tres categorías: ambiental, social y económica. Luego se determinaron los impactos ambientales en tres sistemas, biótico, abiótico y antrópico. Finalmente, se efectuó una evaluación de los mismos, usando la metodología de estructuración cualitativa-cuantitativa propuesto por la investigación ambiental en sistemas como EPM.

Bermúdez, T., Rafael, D., y Milano, Sergio, R. (2002) **LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA EN EL ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**. Centro de Investigaciones de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable (CIGADS) Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Venezuela. Artículo publicado en relación a las actividades mineras de oro y diamante de aluvión se han estado realizando con un claro desconocimiento de los lineamientos y directrices de la ordenación del territorio. Todos hemos sido testigos de cómo estas actividades se han venido desarrollando en áreas sometidas a régimen especial: Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Reservas Forestales, Lotes Boscosos y Zonas Protectoras. En algunas de estas áreas estas actividades mineras están prohibidas o sometidas a restricciones. El desconocimiento arriba mencionado ha conducido a un desarrollo sin lograr una armonía entre una calidad de vida satisfactoria, la optimización de la explotación y uso de los recursos naturales, y la protección y valorización del ambiente.

## 3.2 Definición de términos básicos

### 3.2.1 Oro

El oro (Au – del latín aurum) es el elemento atómico número 79 del sistema o tabla periódica de los elementos. Es un metal tanto pesado como noble; comercialmente es el más conocido de los metales nobles.

De acuerdo con López (1981) el oro es sumamente maleable y dúctil, es resistente; su límite de elasticidad es de 4 kilogramos por milímetro cuadrado, su carga de ruptura alcanza los 13 kilogramos por milímetro cuadrado. Es de fácil soldadura autógena. Es buen conductor eléctrico. Es buen aislante del calor y del frío. Su peso específico es de  $19,32 \text{ gr-cm}^3$ ; punto de fusión  $1063^\circ\text{C}$ ; punto de ebullición  $2530^\circ\text{C}$ ; dureza (escala de Mohs) 2,5; valencia 1,3; peso atómico 197,2; su forma cristalográfica es cúbica central, conteniendo cuatro átomos en los vértices.

El oro es uno de los metales menos activos químicamente, no se oxida ni se quema en el aire, es inerte a las soluciones alcalinas fuertes y a los ácidos. Para disolverlo químicamente se emplea un agente oxidante con otro capaz de formar complejos, como ocurre con la mezcla del ácido nítrico y clorhídrico, denominado “agua regia” porque puede disolver al rey de los metales.

El efecto del mercurio en el oro, conocido como amalgamación, ha sido conocido por centurias.

La pureza del oro se expresa en quilates o en partes por mil, considerándose puro cuando posee 24 quilates.

Tiene diversas aplicaciones industriales entre las cuales el mayor uso se le da en joyerías.

### **3.2.2 Minería en pequeña escala**

Durante la segunda mitad del siglo XX algunos países de América Latina propusieron una estratificación de la actividad minera, que por cierto no logró fructificar, basada en criterios tales como: tamaño de la producción, capital invertido y número de trabajadores vinculados a los procesos de extracción de minerales.

Esa estratificación que dividió a la industria en pequeña, mediana y gran minería condujo a los gobiernos en distintas épocas a ejecutar planes y programas en diversos frentes, sin mayor planificación integradora unos con otros; algunos se relacionaron con el fomento a la pequeña minería, estimularon las inversiones estatales en megaproyectos y otros crearon el clima necesario para la generación de negocios que captaran la inversión extranjera en gran minería (CEPAL, 2002).

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2002) el término minería en pequeña escala no significa lo mismo para todos, de acuerdo con una encuesta realizada por este organismo, para algunas personas es una actividad sucia, peligrosa, destructora, que hay que desalentar y para otros es provechosa, productiva, o sencillamente el único medio de huir de la pobreza.

Como la mayor parte de las actividades económicas, la minería en pequeña escala tiene aspectos positivos y negativos. Está estrechamente vinculada al desarrollo económico, en particular en el sector rural de muchos países en desarrollo; contribuye a frenar la migración rural hacia las ciudades, manteniendo los vínculos entre las personas y la tierra; hace una gran contribución a las ganancias en divisas;

permite explotar lo que de otro modo podrían ser recursos no económicos; y ha sido precursora de la minería en gran escala.

Muller (1997) explica que la pequeña minería se divide en: artesanal, semimecanizada y mecanizada.

La minería artesanal es, según lo descrito en el Artículo 82 de la Ley de Minas (1999), “aquella que se caracteriza por el trabajo personal y directo en la explotación del oro y diamante de aluvión, mediante equipos manuales, simples y portátiles, con técnicas de extracción y procesamiento rudimentarios”.

Según Piña (2002) en el caso de equipos manuales se refieren a palas, picos, bateas, surucas, para los cuales el método de extracción es seleccionar el material contentivo de oro y/o diamante por gravedad. Cuando se trata de oro se emplea la amalgamación con mercurio para separar y recuperar el oro contenido en los sedimentos.

La minería semimecanizada es aquella que utiliza equipos mecánicos diésel para algunas de las operaciones de explotación o beneficio de minerales auríferos y/o diamantíferos. Se utilizan balsas, dragas, chupadoras con el fin de succionar sedimentos de lechos de ríos hasta las balsas donde se procesan según el material, también se emplean bombas hidráulicas, para remover grandes volúmenes de suelo, mediante ráfagas de agua a presión. La minería semimecanizada es empleada por asociaciones o grupos semiorganizados que trabajan en la misma zona y al igual que la minería artesanal el tipo de yacimiento es aluvional.

La pequeña minería mecanizada es aquella donde se usan especializados equipos mecánicos diesel o eléctricos como: winches, picos, explosivos, martillos

eléctricos, palas, camiones, etc. por lo general la explotación es subterránea para vetas de oro.

### **3.2.3 Depósitos de oro**

Ocurren como yacimientos epigenéticos (filones y vetas) y singenéticos (placeres).

### **3.2.4 Depósitos de oro epigenéticos**

Ocurren en una variedad geológica y estructural que incluyen vetas de cuarzo de bajo contenido de sulfuros de rocas basálticas, amplias zonas de cizallamiento en secuencias intermedias volcanoclasticas y stockworks de cuarzo dentro de complejos intrusivos.

### **3.2.5 Depósitos de oro singenéticos (placeres)**

Son depósitos superficiales no consolidados formados por la acumulación de oro en cantidades de importancia económica. Surgen a partir de una veta o filón la cual ha sido meteorizada y/o desmenuzada por la acción de los agentes atmosféricos, de donde el oro ha sido arrancado, transportado y concentrado por la acción del agua superficial o subterránea.

Los yacimientos así generados se conocen también como placeres, y existen de todas las épocas geológicas, especialmente en las del terciario y cuaternario.

### **3.2.5.1 Placeres**

Son depósitos de partículas minerales mezcladas con arena o grava que suelen estar situados en los lechos de los ríos o en sus proximidades.

Los depósitos de placer pueden adoptar casi cualquier forma, y de ellos se suelen obtener minerales gemas (como los diamantes, rubíes y circones) y metales pesados (con frecuencia oro, platino, estaño, titanio, entre otros).

El origen de los placeres auríferos varía ampliamente en forma y localización. Se originan a partir de yacimientos auríferos primarios los cuales por efecto de la erosión y desintegración mecánica y/o de la meteorización y descomposición química del basamento dejan libre las partículas de oro, las cuales son llevadas y concentradas mediante un medio de transporte acuoso (que contiene agua) a su localización o depósito.

Los procesos mecánicos o físicos, están compuestos por varias fuerzas que desintegran la estructura de la roca sin cambiar la composición química de los minerales constituyentes. Son acompañados: a) cambios en la temperatura, responsables de las fuerzas de contracción y expansión que originan grietas y resquebrajamiento en la roca susceptible a otras fuerzas y b) el crecimiento de plantas, cuyas raíces abren y ensanchan la superficie, con la producción de grietas y hendeduras cerca de estas.

### **3.2.5.2. Clasificación de los placeres auríferos**

Estos depósitos se clasifican en función de cómo ellos fueron originados, como fueron depositados y la posición presente del depósito de acuerdo a la forma en que se han originado.

✓ Aluviales: los placeres Aluviales son el tipo de depósitos de placer más importantes; son los que han producido las más grandes cantidades de oro en la historia de este metal, a ellos corresponde una considerable parte de la producción total del oro en el mundo. El agua corriente es el separador más eficaz de los materiales ligeros y pesados. El agua fluvial aunque siempre circula en una dirección no lo hace con regularidad: precipita por las gargantas, se remansa en los lugares anchos y forma remolinos en las partes exteriores de las cuencas, las porciones interiores mansas de los ríos no son favorables a la acumulación de placeres; tampoco las cabeceras, debido a la escasez de material transportado. Los lugares favorables son los situados en el curso medio del río donde la corriente circula rápidamente por meandros. El agua más rápida es la que está en la parte exterior del meandro y la más lenta en la orilla opuesta.

En la confluencia de dos ríos donde se forman barras de grava, es un lugar favorable para el depósito de placeres; cuando los cauces de los ríos atraviesan rocas muy inclinadas o dispuestas en capas verticales, las capas más duras tienden a proyectarse hacia arriba mientras que las más blandas tienden a reducirse, formando depresiones naturales, estos son excelentes tramos para la deposición de los minerales. Si un río atraviesa un filón mineralizado y extrae de él minerales de placer, por corrosión, la bonanza se extiende aguas abajo del cauce del río a partir del filón correspondiente.

La acumulación de los placeres exige ríos bien nivelados, donde se haya logrado un equilibrio entre la erosión, el transporte y la deposición (Lindgren. 1933, en V. Lopez.1981). Lindgren considera que las pendientes moderadas de cerca de aproximadamente 10 metros por kilómetro son probables las concentraciones óptimas. Una ligera elevación, una súbita disminución de la carga del río o un aumento de volumen de la corriente, provoca el rejuvenecimiento del río y la formación de terrazas o bancos de grava en el valle; con la repetición de este

fenómeno pueden formarse más de una serie de terrazas altas y bajas. La parte superior de las terrazas representa el suelo primitivo del valle que puede consistir de aluviones o bien el lecho de la roca cubierto por el aluvión. Comúnmente las gravas de estas terrazas, vuelven a ser arrastradas lateralmente hacia el río por las aguas y sometidas a una nueva concentración. En ausencia de este arrastre lateral, el oro de placer se deposita en los bancos o terrazas.

En las zonas afectadas por hundimientos regionales, las sobrecargas fluviales han enterrado las gravas hasta una profundidad de algunos metros; a estos depósitos, se llega por dragados o mediante pozos, su explotación se dificulta cuando hay excesiva abundancia de aguas subterráneas.

La edad de los yacimientos auríferos oscila entre los períodos Precámbrico y fines del Terciario, se les encuentra en todas partes del mundo, principalmente donde hubo actividad ígnea, presentando preferencia por las intrusiones de composición intermedia o silícea.

Eluviales: Eluviales es el término aplicado a los placeres que se encuentran en la inmediata cercanía de la roca originaria; de manera que el oro libre encontrado en las laderas por encima del afloramiento de una veta aurífera es un eluvión. Los filones o vetas auríferas, al ser expuestas a la erosión son atacados por la meteorización. Estos procesos de meteorización determinan la formación del eluvión y es la roca que en uno u otro grado ha sufrido procesos destructivos sin que haya variado su inicial emplazamiento. Excepto por su aspecto externo y sus propiedades físicas los eluviones no se diferencian de las rocas que los originaron; posteriormente el eluvión sufre una transformación: una parte desaparece por las soluciones acuosas otras son arrastradas bajo la forma de detritos, lejos de los lugares en que se formó primitivamente. Los placeres eluviales pueden considerarse como la fase inicial de los placeres de playas y de los depósitos aluviales o fluviales.



Los depósitos eluviales se forman sin intervenir corrientes de aguas en las laderas de los montes a partir de los materiales liberados de los filones meteorizados que afloran encima de éstos. Los minerales más pesados y resistentes se acumulan por debajo del afloramiento, los productos ligeros y no resistentes de la descomposición son disueltos o barridos laderas abajo por las aguas de lluvia, esto determina en sitio una concentración parcial por producción en volumen, proceso que continúa a medida que descende el nivel de la pendiente. Eventualmente la masa inferior es erosionada y su material transportado hacia los cauces de los ríos más caudalosos, donde las corrientes de agua comienzan a trasladar el material y estas permiten originar los placeres aluviales o fluviales.

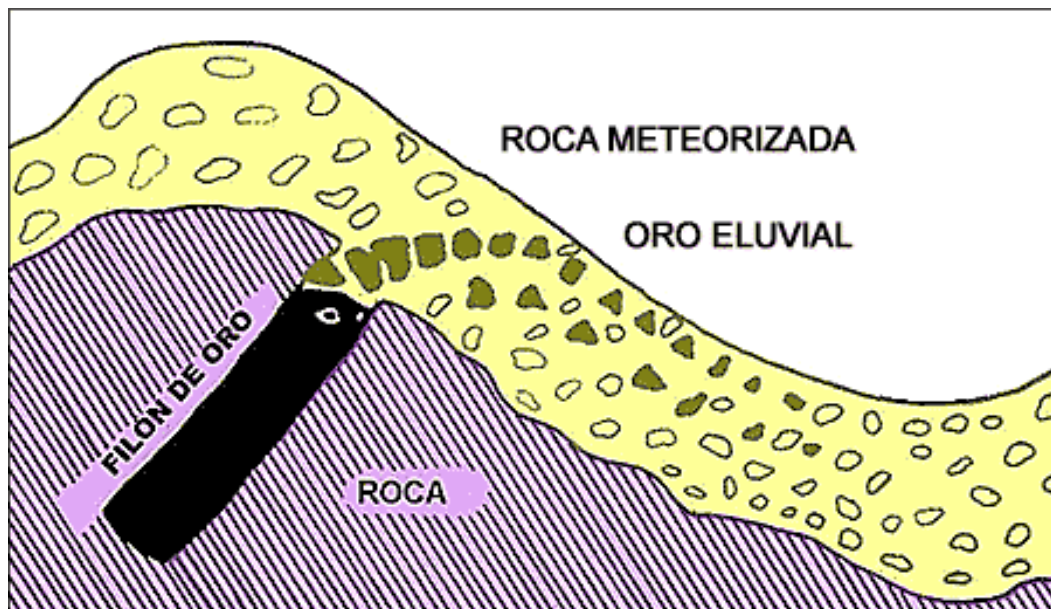


Figura 3.1 Formación de un yacimiento Eluvial de un Filón de Oro. López, V. 1981 M.E.M., Oro 1° Parte.

### 3.3 Calculo de reserva

Para el cálculo de Reserva del mineral aurífero aluvional. Se realiza la valoración mediante el método de los triángulos.

#### 3.3.1. Método Triangular

Para este método el área de influencia es un Triángulo formado por los vértices en cada una de las perforaciones continuas y para el cálculo de reserva el procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Trazado de los triángulos.
2. Asignación de los tenores promedio para cada perforación C1, C2, C3 de cada triangulo.
3. Se calcula el área de cada triangulo A1, A2,.....An, mediante el planímetro o mediante formula.

$$A_n = \frac{1}{2} (b * h) \quad (3.4)$$

Dónde:

B= Base del triángulo.

H= Altura del triángulo.

4. Se calcula el volumen formado por cada triangulo V1, V2,.....Vn y el volumen total (Vt).

$$V_n = (L_1 + L_2 + L_3) / 3 \quad (3.5)$$

Dónde:

$L_1 + L_2 + L_3$  = Profundidad o altura de cada lado del triángulo.

$V_n$  = Volumen del triángulo n.

$A_n$  = Área del triángulo n.

n = Número de cada triángulo.

$$V_t = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (3.6)$$

Donde:

$V_t$  = Volumen total.

5. Se determina el tonelaje total ( $Q_d$ ).

$$Q_d = V_t * \text{densidad del mineral} \quad (3.7)$$

6. Se determina el tenor promedio de cada triángulo  $C_{pt1}, C_{pt2}, \dots, C_{ptn}$ .

$$C_{ptn} = (C_1 + C_2 + C_3) / 3 \quad (3.8)$$

Para triángulos, formados por perforaciones de igual profundidad o altura.

$$C_{ptn} = (C_1 * L_1) + (C_2 * L_2) + (C_3 * L_3) / (L_1 + L_2 + L_3). \quad (3.9)$$

Dónde:

$C_{ptn}$  = Tenor promedio del triángulo n.

7. Se determina el tenor promedio del depósito o yacimiento mineral ( $C_p$ ).

$$C_p = (C_{pt1} * V_1) + (C_{pt2} * V_2) + \dots (C_{ptn} * V_n) / (V_1 + V_2 + V_3) \quad (3.10).$$

### 3.3.2 Clasificación de Métodos de Explotación de Placeres Auríferos

Los métodos de explotación en minería de aluviones pueden ser clasificados en:

- Minería Hidráulica.
- Explotación con maquinaria pesada.
- Sistemas de dragas.

Los primeros requieren de agua para romper y transportar el material, tales como los monitores hidráulicos y bombas de gravas, los segundos no dependen del agua, excepto para el tratamiento del mineral o grava, y los terceros trabajan en agua, tales como las dragas.

### 3.3.3 Minería Hidráulica

Este sistema de explotación consiste en desintegrar el material de recubrimiento por medio de un chorro de agua a presión; suministrado por un monitor hidráulico. El material arrancado corre por gravedad hacia un pozo, y desde allí es succionado por una bomba de grava (chupadora) que le envía por tuberías al depósito de estéril.

Una vez que el recubrimiento es removido, se aplica el chorro de agua a presión a la capa mineralizada, la cual corre por gravedad al pozo de succión, donde la

chupadora lo succiona y lo envía por tubería al TAME o planta de concentración donde se beneficia y recupera el oro.

### **3.3.4 Explotación con maquinaria pesada**

En este sistema de explotación, el arranque del material de recubrimiento y de la grava aurífera se realiza con equipos pesados, principalmente por payloaders, camiones, tractores. El uso de esta maquinaria permite aumentar considerablemente la producción.

#### **3.3.4.1. Explotación con Payloader y Camiones**

Este sistema encuentra su aplicación en la minería de Aluviones de planadas y el sistema de explotación se lleva en dos bancos, uno en estéril y otro en la capa mineralizada. La ventaja de este sistema consiste en que a medida que se va explotando el mineral, el realce se utiliza en los huecos creados por la explotación.

El arranque del material estéril se efectúa con un cargador frontal, el cual carga camiones volqueta que transporta el estéril hasta la zona explotada, mientras que el material de la capa mineralizada es cargado en camiones volqueta y transportado hasta una planta de procesamiento, donde se recupera el oro.

### **3.3.5 Dragado**

Es un proceso de eliminación de suelo o de materiales del fondo de ríos, lagos o puertos de mar. El material recogido del fondo se llama escombros. Las máquinas utilizadas se llaman dragas, cuentan con equipos de aspiración o de excavación movidos por un motor diésel y montados sobre una plataforma flotante.

Se utilizan varios tipos de dragas para extraer escombros. Las de cuchara tienen un brazo móvil que saca los materiales del fondo. Otro modelo utiliza una cuchara suspendida de unos cables desde el brazo de una grúa que la hace adecuada para dragar en aguas profundas. Las dragas de cangilones llevan una cinta transportadora equipada con pequeñas cucharas. Las dragas hidráulicas de succión se utilizan en terrenos blandos y suelen estar acopladas a una tubería flotante que transporta los materiales hasta la orilla. Las dragas utilizadas en minería por lo general separan los escombros de los materiales valiosos y los eliminan. Las dragas disgregadoras abren vías de navegación agitando el fondo para que la corriente se lleve los sedimentos.

### 3.6 Evaluación Económica

#### 3.6.1 Ingresos Estimados

Los ingresos estimados por la venta del mineral en metros cubico y en boca de mina está basado en los precios reflejados en las facturas de ventas consignadas en la Gerencia de Fiscalización y Tributos del Instituto Autónomo Minas Bolívar (IAMIB).

$$\text{Ingresos} = \text{Volumen (m}^3\text{)} \times \left( \text{Precio } \frac{\text{Bs}}{\text{m}^3} \times \text{Inflación} \right) = [\text{Bs}] \quad (3.18)$$

#### 3.4.1.1 Depreciación

La depreciación de los equipos se obtiene a través del método de la línea recta de acuerdo con la ecuación.

$$\text{Depreciación} = \frac{V}{VU} - v_s = (\text{Bs}) \quad (3.19)$$

Dónde:

Depreciación = Depreciación del equipo.

V = Valor actual del equipo.

VU = Vida Útil.

Vs = Valor de salvamento del equipo.

✓ Seguro e impuestos: El costo de la póliza de seguro para equipos pesados se calcula de la misma manera que la depreciación. En el caso de los impuestos, la tasa a aplicar por este activo es el correspondiente a la ley (1,5%). El costo del seguro y de los impuestos de propiedad se puede calcular de dos maneras. Si se conoce el costo específico anual u horario, además de la multiplicación del valor del producto puesto en el área de trabajo por la tasa actual, sin embargo, cuando no se conoce el costo por cada máquina se debe hacer un cálculo por costo estimado en el mercado, a continuación se presentan las formulas propuestas:

$$\text{Costo del interés o seguro} = \frac{\left[ \frac{N+1}{2N} + \text{Precio de entrega} \right] + \% \text{ TASA}}{\text{horas año}} \quad (3.20)$$

Dónde:

N = Número de años de vida útil del equipo o maquinaria.

% Tasa = Tasa de interés considerara por el bien, o tasa considerada por el seguro.

$$\text{Costo del interés o seguro} = \frac{\text{Precio de entrega Bs} \times \text{Tarifa } \%}{\text{horas año}} \quad (3.21)$$

El precio de entrega deberá corresponder al total del costo para el equipo incluyendo accesorios, la tarifa corresponderá al caso sea impuesto o seguro.

✓ Costos de mantenimiento mayor: Normalmente los costos de reparación son el punto más importante de los costos de operación e incluyen todas las piezas y mano de obra (excepto el salario del operador) que se pueden cargar a la máquina. Los gastos generales del taller se pueden absorber en los gastos generales de la compañía o bien cargar a las máquinas como un porcentaje del costo de mano de obra directa según la práctica normal del propietario de la máquina.

Debido a que los costos de reparación inicialmente son bajos y se van elevando gradualmente, el promediarlos produce un excedente extra al principio que se puede reservar para cubrir los costos más altos posteriores, por lo general se estima que este valor se encuentra durante toda la vida útil del bien en el orden de un cuarenta por ciento (40%) del valor al que fue adquirido.

✓ Costos de operación: Están ligados al valor de los consumibles provocados por el uso de estos equipos como lubricantes, combustibles, filtros, neumáticos, así como el salario del personal que los opera.

### **3.4.1.2 Anualidad**

Las anualidades son pagos iguales efectuados a intervalos iguales de tiempo (generalmente de un año) que se llama intervalo de pago.

$$A = VA \times \left( \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right) \quad (3.22)$$



Dónde:

A = Anualidad.

VA = Valor Actual.

r = Interés.

n = Número de pagos a efectuar.

### **3.4.1.3 Fondo de prevención ambiental**

Se calcula en base a los ingresos brutos obtenidos en los flujos efectivos de caja, ya que estos representan el 2% de estos ingresos.

$$\text{Fondo} = 2\% \times \text{Ingresos} = (\text{Bs}) \quad (3.23)$$

Dónde:

Fondo = Monto gravable de prevención ambiental.

2% = Tasa en porcentaje.

Ingresos = Ingresos brutos obtenidos en el flujo efectivo de caja.

### **3.4.1.4 Variabilidad analizada en el proyecto**

Para determinar una decisión de inversión, una empresa utiliza el valor presente neto (VPN) ecuación (3.10) del ingreso futuro proveniente de la inversión. Para calcularlo, se utiliza el VPN del flujo de rendimientos netos (futuros ingresos del proyecto) tomando en cuenta una tasa de interés, y lo compara contra la inversión realizada. Si el valor presente neto es mayor que la inversión, será positivo y la

empresa aceptará el proyecto; si el valor presente neto fuera menor que la inversión la empresa lo rechazaría.

Por otra parte, otra variable que se utiliza para evaluar proyectos es la tasa interna de retomo (TIR), la cual está dada igualmente por la ecuación (3.10) sin embargo para realizar los cálculos de la TIR el VPN tiene que ser igual a cero.

Valor presente neto (VPN): Es la diferencia entre el valor actual de la inversión y el valor actual de la recuperación de fondos a una tasa que se considere mínima aceptable. (Aroza, 1987).

$$\begin{aligned} \text{VPN} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+\text{TMAR})^1} + \frac{F_2}{(1+\text{TMAR})^2} + \frac{F_3}{(1+\text{TMAR})^3} + \frac{F_4}{(1+\text{TMAR})^4} + & (3.24) \\ \frac{F_5}{(1+\text{TMAR})^5} + \frac{F_6}{(1+\text{TMAR})^6} + \frac{F_7}{(1+\text{TMAR})^7} + \frac{F_8}{(1+\text{TMAR})^8} + & \\ \frac{F_9}{(1 + \text{TMAR})^9} + \frac{F_{10}}{(1 + \text{TMAR})^{10}} & \end{aligned}$$

Dónde:

VPN = Valor Presente Neto.

F1, F2... Fn = Flujo efectivo de caja.

TMAR = Tasa mínima atractiva de retorno.

- Inversión inicial ( $I_0$ ): Es la cantidad de dinero que es necesario invertir para poner en marcha un proyecto de negocio.

- Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR): Tasa mínima aceptable de rendimiento o tasa de descuento que se aplica para llevar a valor presente el flujo neto de efectivo y el valor de salvamento.
- Tasa interna de retorno (TIR): Cantidad ganada en proporción directa al capital invertido. Es la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea cero. (Baca, 1995).

### **3.5 Estudio de Factibilidad medio Ambiental**

Se conoce como Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) al proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa, la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo.

Pero antes de introducirnos en esta temática debemos referirnos al concepto de Impacto Ambiental, término definido como el efecto positivo, negativo o no existente que produce una determinada acción humana sobre el medio, efectos que pueden ser: sociales, económicos, tecnológico-culturales y ecológicos.

La EIA se implementó por primera vez en Estados Unidos en 1969 como requisito de la National Environmental Policy Act (NEPA), desde entonces la EIA ha cobrado importancia dentro de las legislaciones de muchos países.

Ésta evaluación ha tenido su creciente aplicación en proyectos individuales, dando lugar a nuevas técnicas, como los estudios fitosanitarios y los de impacto social. Una EIA suele comprender una serie de pasos:

1. Un examen previo, para decidir si un proyecto requiere un estudio de impacto y hasta qué nivel de detalle.
2. Un estudio para identificar los impactos claves y su magnitud, significado e importancia.
3. Una determinación de su alcance, para garantizar que la EIA se centre en cuestiones clave y determinar dónde es necesaria una información más detallada.
4. Para finalizar, el estudio en sí, el cual consiste en meticulosas investigaciones para predecir y evaluar el impacto.

A este último paso se hace imprescindible agregar uno que en nuestra opinión es de suma importancia, el cual consiste en la toma de medidas correctivas. Es necesario aclarar que hay impactos que pueden producir determinados proyectos sobre el medio que no es posible su corrección debido a su magnitud, en tal caso el proyecto debe rechazarse para su inversión puesto que no será factible desde el punto de vista ambiental. Por otra parte podemos enfrentarnos a situaciones en que sí es posible mitigar el impacto de la inversión a realizar, en dicha situación es que se procede a tomar medidas correctivas. Este proceso suele implicar igualmente la preparación de un informe llamado “Declaración de Impacto Ambiental” y el subsiguiente seguimiento y evaluación. En caso de llevarse a cabo el proyecto se realiza a veces un examen a posteriori, o Auditoría sobre el terreno, para determinar hasta qué punto las predicciones de la EIA se ajustan a la realidad.

Actualmente, dentro de la comunidad empresarial ha crecido un interés en la inspección previa de las prácticas, orientada en especial en a la eliminación de residuos y al uso de energía. La Auditoría Ambiental se aplica de igual forma a la

regulación voluntaria de las prácticas empresariales en función de valores predeterminados de su impacto ambiental.

### **3.6 Identificación de los impactos ambientales**

Los posibles impactos sobre el medio ambiente que pueden surgir en la implementación y desarrollo de una actividad minera van en función de las características de tales acciones y del lugar en que se proyecta. El origen de los impactos puede derivarse de la fase de planeamiento de las actividades mineras, la fase de diseño de la explotación, o bien de la fase de ejecución cuando la explotación está en función. Los efectos que se producen pueden ser bien una pérdida total o parcial de un recurso (suelo productivo, deterioro de un paisaje, etc.) o bien la inducción a que se desencadene o aumente la probabilidad de ocurrencia de algún proceso como erosión, alteración de las redes de drenaje, contaminación de agua superficial, etc. (Noguera. J. 2007).

#### **3.6.1 Impacto visual**

A menudo la visión de una mina y sus instalaciones es el único contacto que tiene la gente con la actividad minera (por ejemplo, desde una carretera).

#### **3.6.2 Manejo de las aguas**

Se deberá contemplar los siguientes aspectos:

- Control de escorrentías y procesos erosivos.
- Capacidad de almacenamiento de agua para las actividades de mina y planta de tratamiento de minerales.

- Minimización del impacto causado por la extracción de aguas subterráneas.
- Prevención de fenómenos de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales.

### **3.6.3 Flora y fauna**

Por definición las actividades mineras impactarán negativamente en la flora y fauna. Aun si la actividad minera es subterránea (menor impacto que la minería a cielo abierto), ésta afectará a la fauna debido a la presencia humana, maquinaria, movimiento de vehículos, o ruido.

### **3.6.4 Ruido**

El ruido puede ser un factor importante si las operaciones mineras se desarrollan cerca de núcleos urbanos. Aun si éstos no existen, el ruido afectará a la fauna (ver punto anterior). Por ejemplo, en áreas urbanas la EPA (*Environmental Protection Agency*) de Australia recomienda los siguientes valores:

- Durante el día: 45 dB
- Durante el anochecer: 37dB
- Durante la noche: 32 dB

### **3.6.5 Vibraciones-estabilidad del terreno**

Si la actividad minera se desarrolla cerca de centros urbanos la voladura de rocas puede inducir vibraciones inaceptables en éstos. A este problema debemos agregar el de las ondas de choque generadas por las explosiones.

### **3.6.6 Polvo y otras emisiones a la atmosfera**

El polvo puede ser un problema serio en regiones áridas y semiáridas si existen centros urbanos en las cercanías de la explotación minera. Aun si la zona no está habitada el polvo afectará a la vegetación. Si las hojas se recubren de polvo disminuye la capacidad de fotosíntesis de la planta. Por otra parte, la obstrucción de las estomas (poros en las hojas) impedirá la absorción de CO<sub>2</sub>. Este impacto puede ser corregido mediante el regado de la mina (en el caso de una explotación a cielo abierto) y de las pistas por las que circulan los camiones y otros vehículos. Además los molinos deberán ser localizados en naves construidas a tales efectos .otras emisiones relacionadas con la actividad minera incluyen las generadas por la combustión de los motores de los vehículos y maquinaria minera, y muy importantemente, las producidas por las fundiciones. Recordemos que la fundición de sulfuros produce emisiones de dióxido de azufre, arsénico, y otros compuestos en fase gaseosa a la atmósfera. Medidas correctoras incluyen el tratamiento de los gases. En el caso del dióxido de azufre, éste puede transformarse para la producción de ácido sulfúrico.

### **3.6.7 Tráfico**

El movimiento de camiones y otros vehículos causa trastornos en las comunidades locales, generando ruidos, perdida de seguridad vial, y problemas con el mantenimiento de las carreteras.

### **3.6.8 Manejo de productos químicos, hidrocarburos, y explosivos**

Las actividades mineras utilizan una amplia gama de este tipo de productos.

### **3.6.9 Manejo de riesgos**

A pesar de todas las precauciones que se puedan tomar, siempre existirá la posibilidad de accidentes (por ejemplo, vertido incontrolado a un río). El informe deberá incluir un listado de aquellos riesgos y detallar los planes de contingencia para tratar con los mismos si ocurriera un accidente.

### **3.6.10 Manejo de materiales de desecho**

Por definición las actividades mineras generan una gran cantidad de residuos químicos provenientes de las plantas de tratamiento, pilas de lixiviación, escombreras de estériles, etc. El informe deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Las características químicas de los residuos, concentraciones estimadas de los compuestos tóxicos, y el potencial de éstos para generar soluciones ácidas.
- Una estimación del volumen de residuos, y una demostración de que la compañía dispone de la capacidad física como para acumular éstos.
- El impacto en la fauna; por ejemplo, el envenenamiento de aves en las piscinas de soluciones ácidas o cianuradas, el esparcimiento de soluciones cianuradas por el viento más allá de los límites de las pilas de lixiviación.
- Un plan para el vertido controlado de otros residuos, por ejemplo, aguas de alcantarillas, residuos orgánicos, materiales de construcción, etc.



### **3.6.11 Impacto social y económico**

La actividad minera tiene un carácter económico que puede incidir de manera importante en las comunidades locales., ya sea en la generación de empleos, infraestructuras adicionales requeridas, ocasionando un impacto en el estilo de vida de las comunidades locales.

### **3.7 Evaluación ambiental**

La actividad minera, como la mayor parte de las actividades que el hombre realiza para su subsistencia, crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las que representan claros impactos sobre el medio en el que se desarrollan esto nos lleva a definir el concepto de impacto ambiental de una actividad: la diferencia existente en el medio natural entre el momento en que la actividad comienza, el momento en que la actividad se desarrolla, y, sobre todo, el momento en que cesa (Instituto Geominero de España, 1996).

Estas cuestiones, que hace años no se percibía como un factor de riesgo para el futuro de la humanidad, hoy se contemplan con gran preocupación, que no siempre está justificada, pues el hombre viene alterando el medio desde que ha sido capaz de ello, pero ciertamente los abusos cometidos en este campo han hecho que crezca la conciencia de regular estos impactos. De cualquier manera, también debe quedar claro que el hombre necesita los recursos mineros hoy, y los necesitará en el futuro. Otro punto a destacar.

Es que la actividad minera es infinitamente menos impactante que otras actividades industriales, como el desarrollo de obras civiles (impacto visual, modificación del medio original) y la agricultura (uso masivo de productos químicos: pesticidas, fertilizantes). Así, en el momento actual existen normativas muy estrictas

sobre el impacto que puede producir una explotación minera, que incluyen una reglamentación de la composición de los vertidos químicos, de las emisiones de polvo, de ruidos, de restitución del paisaje, etc, que ciertamente a menudo resultan muy problemáticos de cumplir por el alto costo económico que representan, pero que indudablemente han de ser asumidos para llevar a cabo la explotación (Gómez, D., 1999).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la actividad minera no solo produce un impacto ambiental, es decir, sobre el medio ambiente. También produce lo que se denomina Impacto Socioeconómico, es decir, una alteración sobre los modos de vida y la economía de la región en la que se implanta, que pueden ser en unos casos positivos y en otros, negativos (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1996).

En este caso, se analizarán los impactos ambientales generados por las labores a desarrollar, a través del método de los Criterios Revalentes de Buroz de acuerdo con la fórmula matemática 3.26, esto con la finalidad de minimizar los impactos ambientales que pudieran generarse, así como elaborar planes preventivos, correctivos y mitigantes.

$$VIA = I * W_i + E * W_e + D * W_d + R_v * W_{rv} + R_i * W_{ri}$$

Dónde:

VIA= Valor del impacto ambiental.

I= Intensidad

W<sub>i</sub>= Criterio de intensidad

E = Extensión

W<sub>e</sub> = Criterio de extensión

D = Duración

Wd = Criterio de duración

Rv = Reversibilidad

Wrv = Criterio de reversibilidad

Ri = Riesgo

Wri = Criterio de riesgo

### **3.8 Suelo**

Como establece Marín (1991) los suelos son productos de la descomposición de las rocas por procesos físicos-químicos. Entre los procesos físicos podemos citar principalmente a la fatiga y el desgaste; los cambios de temperatura, la acción del agua corriente, y el viento, etc.

#### **3.8.1 Erosión en los suelos**

La erosión se define como el desgaste de la superficie terrestre por la acción de agentes externos como el viento o el agua. Y puede clasificarse de la siguiente manera:

##### **3.8.1.2 Erosión eólica**

Tiene importancia según la circunstancia de la explotación, pero se puede asociar al movimiento de partículas muy finas como consecuencia de corrientes de aire, una de carácter natural “viento” y otras provocadas por el paso de maquinaria pesada o por acciones que disgregan los materiales, hasta triturarlos y convertirlos en “finos”, y luego los mueven y los dejan en suspensión en el ambiente, de manera que el viento traslada a estos finos de un lado a otro hasta que se depositan.

### 3.8.1.3 Erosión hídrica

El impacto de las gotas de lluvia sobre las superficies desnudas de los nuevos suelos de las áreas excavadas y de la constituida con estériles, provoca, por un lado, una destrucción de los agregados de esos materiales superficiales y son arrastrados de dichas superficies por la acción del agua. Según la forma de manifestarse, la erosión hídrica puede clasificarse en: laminar, regueros o surcos y en barrascos o cárcavas.

✓ La erosión laminar: resulta de la disgregación de los agregados del suelo por la acción combinada de los impactos de las gotas de lluvia y de escorrentía. Se manifiesta por la remoción más o menos uniforme de delgadas capas sucesivas, este tipo de erosiones es la más peligrosa que otras, detectándose, por lo general, grandes cantidades de material removido que se deposita en los cursos de agua.

✓ La erosión por regueros o surcos: se produce al arrastras el agua, elementos terrosos, cuando esta circula por la superficie, tomando pequeños canales con una orientación sensiblemente normal a las curvas de nivel. Esos surcos se forman cuando el agua no discurre uniformemente por la superficie, sino que lo hace concentrada en corrientes de una potencia erosivas capaz de abrir pequeñas incisiones en el suelo que con el tiempo pueden eliminarse mediante escarificaciones.

✓ La erosión por barrancos o cárcavas: se manifiesta por las profundas incisiones en el terreno que el agua de escorrentía genera cuando existe una alta concentración de esta. En las paredes laterales se pueden producir, desprendimientos de los agregados de los suelos, debido a la falta de cohesión de los mismos por el exceso de humedad.

### **3.9 Calidad y salud del suelo**

Es la capacidad específica que tiene un suelo para funcionar en un ecosistema natural o antrópico (generado por el hombre), para sostener o mejorar la productividad de las plantas y animales, controlar la polución del agua y del aire, favorecer la salud y la habitación del hombre. Enfoca en forma integral los efectos que se pueden tener sobre el suelo los diferentes usos y las actividades tecnológicas (erosión, salinización, acidificación, pérdida de materia orgánica, contaminación química). Lo novedoso de este concepto es que calidad aquí no es sinónimo de producir, es decir el suelo de mejor calidad es el que produce cultivos de alta calidad, sino se considera el suelo como parte del sistema ecológico, en el cual interactúa y afecta a otras partes. Calidad entonces es la capacidad de producir sin resultar degradado o sin perjudicar al ambiente. La salud de un suelo se determina por la evaluación a través del tiempo de su calidad.

Los indicadores de calidad y salud son todas las propiedades positivas y negativas determinantes de la función y utilización del suelo, en arreglo a la productividad y a la calidad ambiental. Estos indicadores se seleccionan según el uso de tierra (agrícola, ganadera, forestal, urbanos) y entre ellos se encuentra la acidez, salinidad, actividad microbiana, erosión, contenido de humedad, infiltración.

La calidad y salud se mantiene mediante el cuidado del suelo, termino propuesto por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo. Es un conocimiento para que productores, técnicos, políticos y el ciudadano puedan trabajar para salvaguardar y preservar las tierras, para las futuras generaciones, usándolas en forma sostenible.

Entre las propiedades de los suelos se encuentran: El color, distribución del tamaño de las partículas, consistencia, textura, estructura, porosidad, atmosfera,

humedad, densidad, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio iónico, sales solubles y óxidos amorfos-sílice alúmina y óxidos de hierro libres.

Las propiedades físicas de los suelos dependen de la composición mineralógica, de la forma y del tamaño de las partículas que lo forman y del ambiente que los rodea. El tamaño, la forma y la composición química de las partículas determinan la permeabilidad, la capilaridad, a tenacidad, la cohesión y otras propiedades resultantes de la combinación de todos los integrantes del suelo.

Las propiedades físicas permiten conocer mejor las actividades agrícolas fundamentales como el laboreo, la fertilización, el drenaje, la irrigación, la conservación de suelos y agua, así como, el manejo adecuado de los residuos cosechas. Tanto las propiedades físicas como las químicas, biológicas y mineralógicas determinan, entre otras a la productividad de los suelos.

### **3.9.1 Clases de textura de los suelos**

Los suelos muestran una gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales minerales y orgánicos que lo forman.

✓ Textura arcillosa: Un suelo con textura arcillosa es aquel en el que predomina la arcilla. Piensa en un fango lo más arcilloso que hay.

✓ Textura arenosa: El suelo de textura arenosa tiene sobre todo arena. La playa sería el ejemplo extremo.

✓ Textura franca: En un suelo con textura franca abunda el limo. Es algo intermedio a los dos anteriores. Ni es arcilloso, ni es arenoso. Son suelos francos típicos los de las vegas de los ríos.

✓ Textura franco-arcillosa: Entre arcilloso y franco. Tiene bastante arcilla pero también lleva mucho limo. De arena poca.

- ✓ Textura franco-arenosa: Entre franco y arenoso.

### **3.9.2 Color de los suelos**

Es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus.

A veces, sin embargo, los suelos oscuros o negros deben su tono a la materia mineral o a la humedad excesiva; en estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad. Los suelos rojos o castaños –rojizos suelen contener una gran proporción de óxidos de hierro (derivado de las rocas primigenias) que no han sido sometidos a humedad excesiva. Por lo tanto, el color rojo es, en general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil.

Los suelos amarillos o amarillentos tienen escasa fertilidad. Deben su color a óxidos de hierro que han reaccionado con agua y son de este modo señal de un terreno mal drenado.

Los suelos grisáceos pueden tener deficiencias de hierro u oxígeno, o un exceso de sales alcalinas, como carbonato de calcio.

### **3.10 Rehabilitación y uso final del terreno**

La rehabilitación es un aspecto integral de las operaciones mineras e incorpora dos elementos básicos.

- ✓ El plan de uso final del terreno.

- ✓ El plan de rehabilitación progresiva.

### **3.10.1 Plan de uso final del terreno**

Existe una diversidad de usos finales posibles para un terreno que ha sido sujeto a actividades mineras. Estos incluyen:

- ✓ Retorno a las condiciones iniciales: naturaleza pura o actividades agrícola-ganaderas, según haya sido el caso.
- ✓ Usos industriales.
- ✓ Lagos o lagunas artificiales para uso recreativo.
- ✓ Vertederos controlados.

En el primer caso existen dos variantes. Si la zona no presenta actividades agrícolas, entonces el fin último será construir el ecosistema original. En la segunda opción el terreno deberá quedar apto para sostener actividades agrícolas, no siendo necesario que estas sean idénticas a las originales. En el caso de las actividades industriales la situación es más compleja, ya que dichas actividades deberá contar con su propia EIA. En el caso de vertederos o lagunas artificiales habrá que contar con las características hidrogeológicas del terreno, además con unas características químicas que no van a inducir problemas de contaminación.

### **3.10.2 Plan de rehabilitación progresiva**

Este deberá describir, por lo menos de manera conceptual, los trabajos de rehabilitación que se llevaran a cabo durante las actividades minera que deben ser considerados en el plan de rehabilitación progresiva son los siguientes:

- ✓ Balsa de estériles.



- ✓ Escombreras de estériles y pilas de mineral tratadas.
- ✓ Sectores de la mina que van siendo abandonadas.

Y e plan deberá incluir los siguientes puntos:

- ✓ Revegetación, densidad de plantas.
- ✓ Diversidad de especies.
- ✓ Productividad de los terrenos agrícola rehabilitados.
- ✓ Angulo final de pendiente de los taludes de la mina y escombreras.
- ✓ La química y los sólidos en suspensión de las aguas de escorrentías.

### **3.11 Características de las aguas**

En las aguas naturales hay sustancias disueltas, material en suspensión, partículas coloidales, iones y aniones que dan características especiales a las aguas naturales (Tabla 3.1).

En la naturaleza no se encuentra agua químicamente pura, es importante conocer las características de las aguas para establecer la calidad de las mismas y sus usos potenciales. Las características de las aguas son físicas, químicas y biológicas.

Tabla 3.1 Características de las aguas (Kiely, G 1999)

<b>PARAMETROS</b>	<b>CARACTERISTICAS DE ESTUDIO</b>
Físicos	Color Temperatura Turbidez Conductividad eléctrica
Químicos	Nutrientes (N,P) Metales trazas (Cr,Pb) Dureza Oxígeno disuelto Demanda química de oxígeno ( DQO) Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ) Aceites y grasas Solidos (Totales, Suspendidos ) pH Alcalinidad
Bacteriológicos	Coliformes totales. Coliformes fecales Estreptococos fecales

### 3.11.1 Características físicas

Son características físicas de las aguas aquellas propiedades causadas por sustancias que solo se pueden medir mediante pruebas: olor, turbidez, color, sabor, temperatura, y conductividad eléctrica.

### 3.11.2 Características químicas

Son aquellas características del agua que se miden mediante pruebas químicas o la adición de compuesto químicos.

En aguas naturales hay un grupo de compuestos químicos que se encuentran con frecuencia y en menor proporción algunos otros compuestos. Por el contrario,

también existen compuestos químicos que solo están presentes en las aguas que han fluído por formaciones ricas en ciertos minerales (Kiely, G 1999).

### **3.11.3 Características biológicas**

Las características dadas al agua por los organismos son de carácter biológico. En aguas naturales generalmente se encuentran escasos individuos de cada especie y una gran variedad de especies. A medida que se intensifica la intervención del hombre en el ambiente, aumenta la concentración d desechos a los cuerpos de agua, cambia el hábitat, y se modifica la composición de las especies, aumenta el número de individuos de las especies tolerantes a los cambios ambientales y disminuyendo la población de las especies sensibles.

Las características biológicas de un cuerpo de agua permiten establecer las condiciones en que se encuentra y junto con las características físicas y químicas es posible determinar la calidad de las aguas, indicando si el grado de polución es mínimo, moderado o severo y nos permite conocer las concentraciones de contaminantes o identificar los pulentes ( Kiely. G 1999).

## **3.12 Contaminación del agua**

En el deterioro de la calidad del agua intervienen contaminantes físicos, químicos y biológicos (virus, bacterias, hongos, algas, protozoarios, plancton en general y especies bentónicas). (Kiely, G1999).

### **3.12.1 Contaminaciones dispersas**

Las contaminaciones dispersas tienen su origen en actividades, por ejemplo cuando se hace uso inadecuado de fertilizantes, cuyo arrastre y eliminación depende

de la intensidad de las lluvias, de las escorrentías, de las partículas del suelo, de la cantidad de productos químicos y de la dosificación utilizada.

### **3.12.2 Contaminantes físicos**

Entre los contaminantes físicos se encuentran la temperatura, la cual modifica el ambiente acuático. Estos efectos son irreversibles cuando el cambio de temperatura es mayor a 2 °C; los sólidos en suspensión y la temperatura disminuyen la penetración de la luz y la actividad fotosintética de las algas y las plantas acuáticas. La radioactividad destruye los tejidos y es el contaminante mejor controlado en aquellos lugares donde se produce; se han desarrollado métodos de manejo, control, explosiones nucleares y accidentes en centrales de energía atómica.

### **3.12.3 Contaminantes químicos (orgánicos e inorgánicos)**

Los orgánicos incluyen biodegradables, detergentes, biocidas. Etc.: entre sus efectos se puede mencionar la demanda de oxígeno para los contaminantes inorgánicos, que incluyen sales minerales, las cuales se encuentran normalmente en las aguas y llegan a deteriorar su calidad una vez que han alcanzado concentraciones que alteran las propiedades del agua.

Los ácidos y alcalis que modifican el ambiente acuático pueden hacerlo desfavorable a especies acuáticas definidas. Los metales pesados tales como: cadmio, mercurio y plomo, pueden acumularse en la cadena trófica y afectar la biota y al hombre.

Los detergentes, en ocasiones difíciles de degradar, pueden tener efecto tóxico en la biodiversidad.

### **3.12.4 Contaminantes biológicos**

Los contaminantes biológicos que más preocupan al hombre son los organismos patógenos, estos pueden transmitir enfermedades a veces endémicas si no se observan prácticas de saneamiento ambiental.

Estos depósitos son particularmente frecuentes en las llanuras de inundación, los diques naturales, y las zonas marginales de los canales activos, así como en las barras de desembocadura deltaicas denominadas por la acción fluvial. (Allen, G 1975).

## **3.13 Parámetros que utilizan para el análisis de la calidad del agua**

### **3.13.1 Parámetros físicos**

Los parámetros físicos dan información clara de determinadas características del agua. Entre las más importantes tenemos: color, olor, turbidez, conductividad eléctrica, temperatura (Kiely, G 1999).

- **Color:** las aguas en la naturaleza presentan tonalidades diferentes, debido a diversas causas internas y externas. La mayoría de las veces el color es producido por partículas coloidales, principalmente ácidos orgánicos de la descomposición de materia orgánica. respecto al agua de consumo, el color debe ser eliminado en el proceso de tratamiento y debe estar por debajo de 50 unidades (medido en unidades platino-cobalto), siendo este el límite máximo para el agua de consumo. (Kiely, G 1999).

- **Temperatura:** Es la medida de calor almacenado en el agua. Se determina su valor con un termómetro en una escala específica de grado. En relación con las aguas potables la temperatura deseable para uso es de 10 a 14 °C. (Kiely, G 1999).

- **Conductividad eléctrica:** mide el paso de una corriente eléctrica por una muestra de agua. Los iones presentes en la muestra de agua contribuyen a aumentar la conductividad, de esta manera la conductividad resulta ser una medida directa de las sales en solución la cual es expresada en ohm/cm. (Kiely, G 1999).

### **3.13.2 Parámetros químicos**

Son aquellos que se miden mediante pruebas químicas o la adición de compuestos químicos. Estos parámetros tienden a ser más específicos en su naturaleza que algunos parámetros físicos y por eso son más útiles para evaluar las propiedades de una muestra de inmediato, (Kiely, G 1999). Entre ellos se tiene: pH, alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto, metales traza (cromo y plomo), etc.

- **pH:** es la medida de la concentración de iones de hidrogeno en el agua. Se expresa matemáticamente como  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ . El pH del agua en su estado natural puede variar entre 5,5 y 9,0; pero para consumo humano debe estar entre un mínimo de 6,0 y 8,5. (Degremont, 1979 en Kiely, G 1999).

- **Alcalinidad:** es la capacidad del agua para neutralizar los ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, calcio o sodio) presentes en el agua, expresándose en mg/Lo en ppm. (Kiely, G 1999).

- Dureza: se ha entendido como dureza de un agua a su propiedad de precipitar el jabón y a la formación de sedimentos y costras en las tuberías y en las unidades donde haya principalmente aumento provocado de temperatura, como calentadores y tubos de caldera. (Kiely, G 1999).

Para fines analíticos se define como dureza de un agua la suma de la concentración equivalente de carbonato de calcio. (Kiely, G 1999).

- Metales trazas: los metales se encuentran en las aguas naturales o en aguas polucionadas como consecuencia del lavado de los terrenos que drenaron o proceden de una fuente de contaminación. Tiene una gran importancia debido al papel físico-químico y biológico que desempeña. (Kiely, G 1999).

Los más significativos son: arsénico, cobre, cromo, hierro, mercurio, manganeso, plomo, zinc, y se expresan en mg/L, los cuales no deben exceder los límites establecidos en la Gaceta Oficial N<sup>o</sup> 5.021: Pb=0,01 mg/L, Cr= 0,05 mg/L, Fe= 1,0 mg/L, Na= 200 mg/L.

- Demanda química de oxígeno (DQO): es una medida de oxígeno en mg/L consumido por los cuerpos conductores de agua, mediante oxidantes químicos, sin intervención de los organismos vivos. Es una prueba muy empleada en estudios de control de cauces receptores de desechos con sustancias tóxicas y en plantas de tratamiento de líquido residuales. (Apha, Awwa, 1995 en Abud, J 2002).

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>, 20): el consumo de oxígeno realizado en una corriente de agua por los organismos aeróbicos, se llama Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>, 20). Esta capacidad de consumir oxígeno con la presencia de microorganismos, se usa para medir el potencial polucinante de un agua

y se realiza por medio del ensayo de la DBO<sub>5</sub>, 20. La demanda bioquímica de oxígeno es la prueba más importante que se emplea para determinar la polución. Es una prueba que reduce a números un fenómeno natural, muy sencillo en teoría, pero muy complejo en la realidad. (Apha, Awwa, 1995 en Abud, J 2002).

### **3.13.3 Parámetros bacteriológicos**

Estos parámetros están representados por la determinación del número más probable (N.M.P) de organismos coliformes fecales, y la determinación de colonias mesofílicas en un máximo de 100 en 100 ml. Los indicadores más comunes para medir la calidad del agua, están representados por los organismos coliformes y el indicador más idóneo de la contaminación por materia de origen fecal, lo constituye la bacteria *Escherichiacoli*, pero también existen otras bacterias afines no fecales, indicadoras de contaminación bacteriana. (Freeman, 1986 en Abud, J 2002)

Mesofilos aerobios o bacterias heterotróficas: se refiere a aquellos microorganismos aeróbicos o anaeróbicos facultativos, los cuales son incapaces de usar el CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) como única fuente de carbono y requiere uno o más componentes orgánicos para su crecimiento. Este grupo de organismos incluye a los coliformes, así como también una gran variedad de otras bacterias. Ellos pueden crecer bien en una gran variedad de medios de cultivos en unos rangos de temperaturas que oscilan entre 30 a 35 °C. (Lennete, 1987 en Abud, J 2002).

Coliformes fecales: se refiere a un grupo de bacterias pertenecientes a las familias de las Entero bacterias que se definen como bacilos gram negativos aerobios o anaerobios facultativo, no conformadores de esporas, que fermentan la lactosa a 35°C en 24 a 48 horas; o si es aplicada la técnica de filtros de membrana, el termino seria, un grupo de bacterias gram negativas, no formadoras de esporas, que



desarrollan unas colonias rojas con un brillo verde metálico dentro de las 24 horas a 35 °C en un medio que contiene lactosa. (Hurtado, 1956 en Abud J., 2002).

- Coliformes fecales: son un pequeño grupo de coliformes totales que son resistentes al calor pudiendo así fermentar la lactosa a 44,5 °C en 25 horas características que los diferencia del resto de los coliformes que no pueden fermentar la lactosa a esta temperatura. (Hurtado, 1956 en Abud J., 2002).

### **3.14 Fundamentos legales**

Existe en Venezuela un marco legal que contempla la preservación del ambiente por medios de acciones preventivas, correctivas y de control; tal como lo establecen la constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la ley Orgánica del Ambiente y el Decreto Ejecutivo N° 883, relacionado a las “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”.

Según el Artículo 127 de la constitución de la República Bolivariana de Venezuela:

“Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener un ambiente en beneficio de sí misma y el mundo futuro. Toda persona tiene un derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el

clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

Esta disposición es recogida en forma explícita en la Ley Orgánica del Ambiente, cuando en su Artículo N<sup>o</sup> 3 Ordinal 5 establece la “conservación, defensa y mejoramiento del ambiente”.

El Decreto Ejecutivo N<sup>o</sup> 883, relacionado a las “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”, establece la clasificación de las aguas, las actividades sujetas a control, las diferentes formas de descarga (a cuerpos de aguas, medio marino-costero, redes cloacales) así como el seguimiento y control y el régimen de adecuación que deben cumplir todas las actividades generadoras de contaminación.

### **3.15 Marco legal Venezolano**

La legislación existente para el uso y reglamentación del agua, en el caso venezolano, es la siguiente:

1. Decreto Ejecutivo N<sup>o</sup> 883 del 11 de octubre de 1995. gaceta oficial N<sup>o</sup> 5.021 Extraordinario del 18 de Diciembre de 1.995. “Normas para la clasificación y el control de localidad de los cuerpos de agua y vertidos). (Tabla 3.4).

2. Ley Orgánica del Ambiente (1978), Reglamento parcial N<sup>o</sup> 4 sobre la clasificación de las Aguas “.

Las disposiciones legislativas, relativas a la calidad del agua, deberán considerar los siguientes puntos.

a) Conservación de los recursos: curso de agua navegables y curso de agua subterráneas.

b) Salud pública: protección sanitaria del agua y alimentos, protección contra la contaminación.

c) Vida piscícola: protección de la calidad del agua, protección contra la contaminación.

d) Ubicación de industrias y algunas actividades pecuarias: por el ejemplo, granjas porcinas, las cuales son insalubres y peligrosas.

Tabla 3.2 Límites permisibles de los elementos de las aguas, Decreto Ejecutivo 883(Gaceta Oficial N 0 5.021Extraordinario del 18 de Diciembre de 1995)

PARAMETRO	LIMITES O RANGOS MAXIMOS				
	1 A	1 B	1 C	2 A	2 B
<b>pH</b>	6,0 A 8,5	6,0 A 8,5	3,8 A 10,5		
<b>Turbiedad</b>	Menor de 25 UNT	Menor de 25 UNT			
<b>Cloruros</b>	600 mg/L	600 mg/L			
<b>Sulfatos</b>	400 mg/L	400 mg/L			
<b>Nitratos</b>	10,0 mg/L	10,0 mg/L			
<b>DurezaCACO3</b>	500 mg/L	500 mg/L			
<b>Solidos Totales</b>	1500 mg/L	1500 mg/L		3000 mg/L	3000 mg/L
<b>Cadmio</b>	0,01 mg/L	0,01 mg/L		0,005 mg/L	0,005 mg/L
<b>Hierro</b>	1,0 mg/L	1,0 mg/L		1,0 mg/L	1,0 mg/L
<b>Plomo</b>	0,05 mg/L	0,05 mg/L		0,05 mg/L	0,05 mg/L
<b>Sodio</b>	200 mg/L	200 mg/L			
<b>Manganeso</b>	0,1 mg/L	0,1 mg/L		0,5 mg/L	0,5 mg/L
<b>O.D</b>	Mayor a 4,0 mg/L	Mayor a 4,0 mg/L			
<b>Coliformes Totales</b>	Promedio mensual menor a 2000NMP por cada 100 ml	Promedio mensual menor a 1000NMP por cada 100 ml		Promedio mensual menor a 1000NMP por cada 100 ml	Promedio mensual menor a 5000NMP por cada 100 ml
<b>Coliformes fecales</b>				Menor a 100 NMP por cada 100 ml	Menor a 100 NMP por cada 100 ml

Tabla 3.4 Clasificación de las aguas, Decreto Ejecutivo N 0883 del 11 de octubre de 1995.gaceta oficial N0 5.021Extraordinario del 18 de Diciembre de 1995.”Normas para la clasificación y el control de localidad de los cuerpos de agua y vertidos)

TIPO		SUB-TIPO	
1	Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que esta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él.	1A	Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.
		1B	Aguas que pueden ser acondicionadas por medios de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.
		1C	Aguas que pueden ser acondicionadas por procesos de potabilización no convencional.
2	Aguas destinadas a usos agropecuarios.	2A	Aguas para riego de vegetales destinadas al consumo humano.
		2B	Aguas para el riego de cualquier otro tipo de cultivo y para uso pecuario.
3	Aguas marinas o de medios costeros destinadas a la cria y explotación de moluscos consumidos en crudo.		
4		4A	Aguas para el contacto humano total.
		4B	Aguas para el contacto humano parcial.
5	Aguas destinadas para usos industriales que no requieran agua potable.		
6	Aguas destinadas a la navegación y generación de energía.		
7	Aguas destinadas al transporte, dispersión y desdoblamiento de poluentes.		

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1 Tipo de Investigación**

Esta investigación será de tipo descriptiva y aplicada. Descriptiva, puesto que trabaja sobre realidades de hechos y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta de los mismos, lo que permite desarrollar una imagen o fiel representación (descripción) del fenómeno estudiado a partir de sus características, y aplicada, ya que su principal objetivo se basa en resolver problemas prácticos, con un margen de generalización limitado.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación realizada es de tipo de campo, está basada en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos llevadas a cabo de manera organizada para recolectar las muestras y analizar los datos obtenidos del área de estudio y documental, la cual se concentra en la recopilación de información en diversas fuentes.

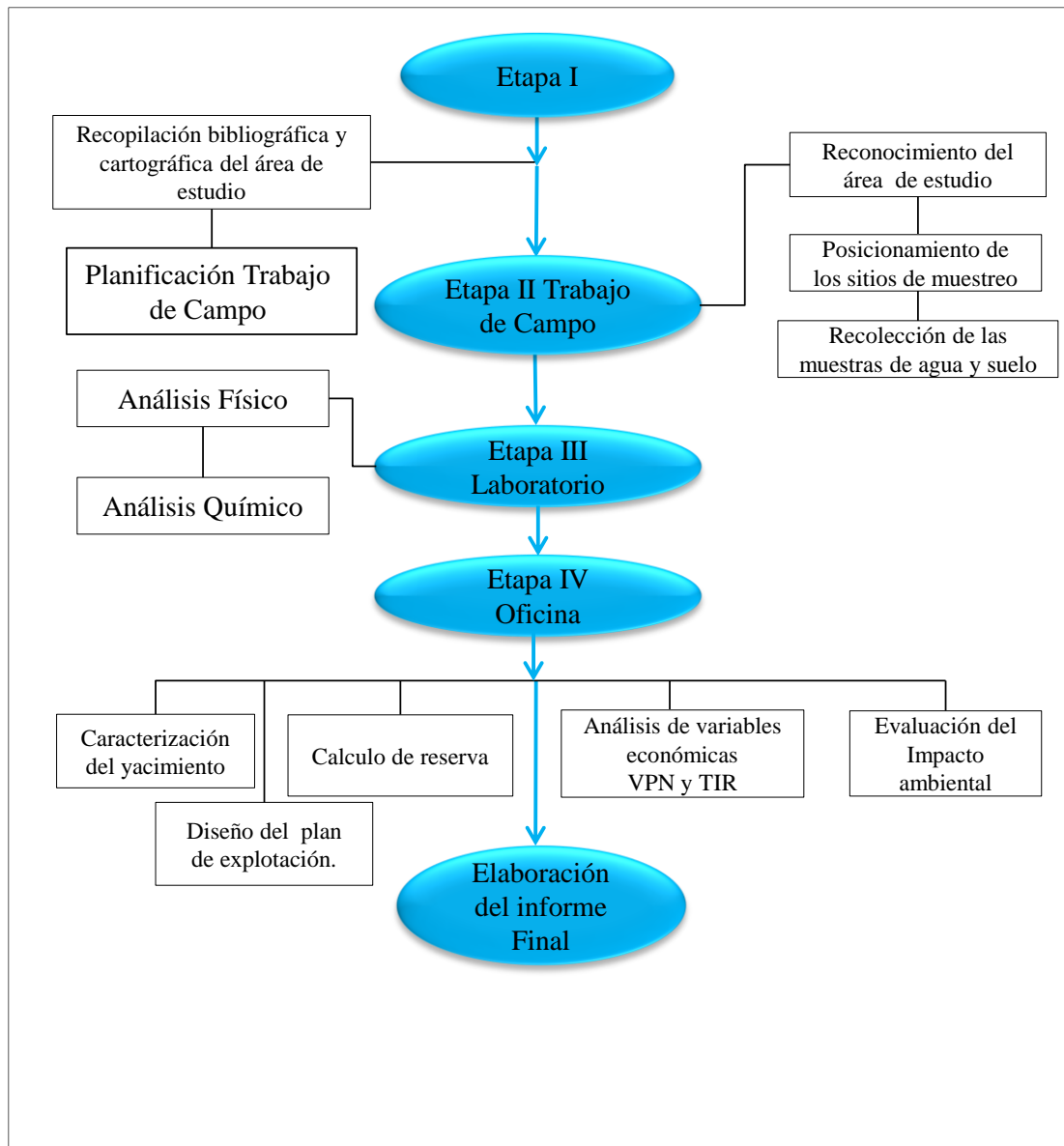


Figura 4.1 Flujograma de la investigación.

## **4.3 Etapa I**

### **4.3.1 Recopilación bibliográfica y cartográfica del área de estudio**

Se basó en la revisión y búsqueda documental y cartográfica de toda la información posible del área en estudio, como trabajos previos, textos, tesis, trabajos similares realizados en otras zonas, direcciones electrónicas en la WEB, libros, leyes y todos aquellos documentos cuya información pudiera ser útil para la investigación.

Se realizó la recopilación de la bibliografía existente cuya información pudiera ser útil para la evaluación del área.

#### **4.3.1.1 Planificación del trabajo de campo**

En esta etapa se estableció un plan de trabajo para determina los días que se estará trabajando en campo estar, se hará primero un recorrido o reconocimiento del área en estudio, para así comprobar y señalar su ubicación con coordenadas geográficas en los puntos estratégicos, luego se procederá a la identificación de cada una de las áreas afectadas por la actividad minera y obtención de toda la información que se requiera para la realización de la evaluación ambiental, fotografías de la zona en estudio, así como corroborar los puntos en donde se hará el muestreo ,para luego realizar el muestreo, preparación de las muestras y vaciado de información en digital, para culminar el ultimo día el muestreo de las aguas y de la misma manera salida oficial del campamento.



## 4.4 Etapa II

### 4.4.1 Trabajo de campo

En esta etapa se procederá a reconocer el área de estudio e identificar las fuentes principales o impactos asociados productos de la minería artesanal, evaluando los posibles impactos ambientales del área afectada en la zona de estudio para una evaluación ambiental del área afectada, con el fin de establecer medidas preventivas, correctivas y mitigantes que permitan la explotación de recurso (Figura 4.2) causando el menor daño al ambiente, identificación del sistema de explotación que nos permitan el aprovechamiento del recurso de una manera eficaz y ordenada causando el menor daño posible al ambiente, además se realizó la recolección de muestras de suelo y agua para su posterior análisis y toma de fotografías del área en estudio (Figura 4.3).



Figura 4.2 Recorrido y evaluación del área de explotación Aluvional



Figura 4.3 Identificación del sistema de explotación por motobomba en el río Chicanan

#### 4.4.2 Posicionamiento de los sitios de muestreo

Como referencia para establecer la ubicación de los puntos de trabajo se contó con un GPS, teniendo en cuenta para la selección del área todos aquellos puntos de sondeos que nos pudiera proporcionar la mayor información posible del mineral aurífero y que estos puntos sean accesibles a la hora de realizar el muestreo.



Figura 4.4 Ubicación de sitios de muestreo del área de explotación aluvional

#### 4.4.3 Recolección de muestras de agua y suelo

La recolección de muestras de agua se tomaron de los pozos de agua y agua estancada que es utilizada por las bombas a presión para extraer el material de los talud, y las muestras de suelo se tomaron en diferentes puntos del frente de explotación, material de la cola y puntos estratégicos del área de estudios. Las muestras de suelo y agua se tomaron puntos de coordenadas Este y Norte con un GPS posicionado con una nomenclatura de clasificación para cada muestra enumera con números naturales (1,2,3,4...) y un total de 18 muestras de las perforaciones de la mina San Luis de Morichal las muestras fueron trasladadas desde la zona en estudio hasta el laboratorio de Geociencias de la Universidad de Oriente para su respectivo análisis físico y químico.

Tabla 4.1 Ubicación de Muestras Frente de Explotación

Muestras	Este	Norte
1	666650	679375
2	666693,30	679400
3	666736,60	679425
4	666761,60	679381,70
5	666718,30	679356,70
6	666675	679331,70
7	666700	679288,40
8	666743,30	679313,40
9	666786,60	679338,40
10	666625	679418,30
11	666668,30	679443,30
12	666711,60	679468,30

Tabla 4.2 Ubicación de Coordenadas UTM de los Sondeos Mina San Luis de Morichal

TABLA DE DATOS			
SENDEROS	ESTE	NORTE	ESPEJOR (M)
P1	679315.6433	666860.9476	5
P2	679351.6491	666895.8671	5
P3	679387.9062	666930.4710	5
P4	679424.5356	666930.4710	5
P5	679460.1600	666999.4305	5
P6	679496.3303	667033.9517	5
P7	679350.0000	666825.1756	5
P8	679386.1703	666859.6968	5
P9	679422.3406	666894.2179	5
P10	679459.0568	666928.3408	5
P11	679494.6811	666963.2603	5
P12	67930.8514	666997.7814	5
P13	679332.7394	666843.2608	5
P14	679368.9097	666877.7819	5
P15	679405.0800	666912.3031	5
P16	679441.2503	666946.8242	5
P17	679477.4206	666981.3454	5
P18	679513.5908	667015.8666	5



Figura 4.5 Recolección de muestra de suelo y agua del área de estudio San Luis de Morichal

### **4.5 Etapa III**

#### **4.5.1 Laboratorio**

En esta etapa se clasificaron las 12 muestras obtenidas en el área de estudio, para realizarles sus respectivos análisis (físicos y químicos).

#### **4.5.2 Análisis Químico**

A continuación se describe brevemente el procedimiento que se llevó a cabo para realizar los análisis, Químico de metales, Químicos de agua al que fueron sometidas las muestras de arenas y agua en la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra, Laboratorio de Geociencias.

Cada muestra fue sometida a un proceso de secado, utilizando para ello bandejas de aluminio (tal como se muestra en la Figura 4.6) e introduciéndolas en un horno a 60 °C durante 4 horas.



Figura 4.6 Secado de las Muestras

Posteriormente se realizó el separado o cuarteado de las muestras, con el fin de obtener un cuarto para cada proceso (análisis físico, análisis químico).

#### **4.5.3 Análisis Físico**

Para el análisis físico se utilizó una tamizadora marca RO –TAP (Figura 4.7) con los siguientes números de tamices: 4, 10, 20, 40, 60, 100, 200 y pan; sometiendo las muestras a un proceso vibratorio durante 15 min aproximadamente.



Figura 4.7 Tamizadora

El análisis químico se realizó a fin de determinar el porcentaje en cuanto a abundancia y contenido de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}_2$ ; así como también, el reconocimiento del porcentaje de materia orgánica en cada muestra. Para ello, se pesó 0,5 gramos de arena en cada ocasión proveniente del tamiz N° 200, el cual se colocó en un crisol, agregándosele un fundente (carbonato de sodio) y sometido posteriormente a un proceso de fusión a  $\pm 1000$  °C durante 15 minutos.

A continuación, se disuelve lo obtenido en una solución de HCl al 50% y se afora (Figura 4.8).



Figura 4.8 Disolución de la muestra

Finalmente, la muestra es sometida a una espectrofotometría de absorción atómica (Figura 4.9) por medio de la cual se sabrá la composición química de la misma.



Figura 4.9 Espectrofotómetro



## **4.6 Etapa IV**

### **4.6.1 Caracterización del Yacimiento**

A partir de los análisis realizados a las muestras tanto físicos como químicos, se procederá a determinar tenores y composición química de las muestras obtenidas, mediante el análisis químico de metales y los análisis químicos de agua.

Con los resultados obtenidos de los análisis químicos de metales se obtuvieron los tenores para llevar a cabo el cálculo de reserva y los resultados obtenidos de los análisis químicos de suelo y agua se evaluara el impacto ambiental en el área de estudio.

### **4.6.2 Cálculo de reserva explorado**

En esta etapa se incluyen todos aquellos parámetros para el cálculo de reservas.

Calculo de reservas: Las reservas se estimaran considerando el área de la sección de la Mina San Luis de Morichal que atraviesa la zona de estudio y el espesor promedio de la capa de los frentes de explotación.

La determinación del área de la Mina San Luis de Morichal para objeto de cálculo, se llevó a cabo a partir del Levantamiento Topográfico del área de estudio, se consideró una imagen de Google Earth donde se trazaron cada uno de los triángulos para el cálculo de reserva por método de triangulación y los puntos para su digitalización mediante el programa de diseño AutoCAD 2014.

1. Trazado de los triángulos

2. Asignación de los tenores promedio para cada perforación como se observa en la tabla 5.1

3. Se calcula el área de cada triángulo mediante fórmula.
4. Se calcula el volumen formado por cada triángulo y el volumen total (Vt).
5. Se determina el tonelaje total (Qd).
6. Se determina el tenor promedio de cada triángulo  $C_{pt1}, C_{pt2}, \dots, C_{ptn}$ .
7. Se determina el tenor promedio del depósito o yacimiento mineral (Cp).

#### **4.6.3 Análisis económico preliminar**

La evaluación para analizar proyectos de inversión se basan normalmente en el análisis de los ingresos y gastos, fijos y variables, relacionados con el proyecto. Para determinar la rentabilidad del proyecto se utilizará el método del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Todo ello se efectuará una vez que se tengan los costos en cada una de las actividades involucradas en la producción, para así poder determinar la inversión inicial del proyecto.

#### **4.6.4 Evaluación de los impactos productos de la actividad minera**

Esta evaluación se basó en el método de Criterios Revalentes de Buroz la cual contempla la recuperación ambiental de las zonas impactadas por las operaciones mineras durante y después de realizarse la explotación en la cual primero se identificaron los impactos, para luego determinar la magnitud de dichos impactos que pueden causar en la zona en estudio para luego realizar las medidas correctivas necesarias con el propósito de dejar lo mejor posible el área afectada. Todo esto con la finalidad de controlar, disminuir y prevenir los impactos para la mejora de la calidad de vida de las personas.

#### **4.6.5 Elaboración de informe final**

Luego de la interpretación, análisis y estudio de todos los datos e informaciones en las diferentes etapas a estudiar se procedió a redactar las ideas finales, para la estructuración completa del trabajo.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se exponen los análisis e interpretación de los resultados obtenidos del trabajo desarrollado en campo y los resultados de los análisis de laboratorio.

#### 5.1 Caracterización del material aluvional

La mina San Luis de Morichal se compone de dos áreas de explotación, estas corresponde al área de bordes del río Chicanan donde se lleva a cabo una explotación de motobombas en el cauce del río y una zona de perforaciones geoexploratoria donde se llevó a cabo el cálculo de reserva por ser el área que corresponde a la mina San Luis de Morichal. Para la caracterización del material aluvial del área de estudio se realizaron análisis químico de metales, se extrajeron muestras del área de explotación por motobombas en el borde de río (9 muestras), las cuales se identificaron los siguientes parámetros: oro plata, cobre, zinc, mercurio, en unidades de ppm, como se muestra en las tablas 5.1.

Tabla 5.1 Análisis químico de metales de muestra del área de explotación por motobomba del río Chicanan.

<b>Muestra</b>	<b>Oro</b>	<b>Plata</b>	<b>Cobre</b>	<b>Zinc</b>	<b>Mercurio</b>	<b>Unidades</b>
Muestra N° 01-E	7.19	0.11	2.15	3.19	0.003	ppm
Muestra N° 02-E	9.63	0.07	1.89	3.45	0.002	ppm
Muestra N° 03-E	5.18	0.09	2.03	3.10	0.005	ppm
Muestra N° 04-E	6.82	0.12	1.97	2.97	0.003	ppm
Muestra N° 05-E	8.17	0.09	2.19	3.06	0.005	ppm
Muestra N° 06-E	7.13	0.10	1.56	3.38	0.002	ppm
Muestra N° 07-E	5.96	0.07	2.19	3.19	0.005	ppm
Muestra N° 08-E	7.37	0.08	2.01	2.82	0.003	ppm
Muestra N° 09-E	8.12	0.11	2.25	3.21	0.005	ppm

El sistema de explotación por draga de succión de sólidos, es el empleado en la explotación aurífera por motobomba como se observa en la Figura 5.1 y 5.2. Estos materiales se caracterizan por ser aluviales y presentan tenores altos pero con muy poca rentabilidad para su explotación en grandes cantidades por ser de origen aluvional son transportados por el río y se depositan en pequeñas cantidades (flor) por todo el borde y laderas del río. En este sentido se consideraron las áreas de perforación geoesploratoria de la mina San Luis de Morichal.



Figura 5.1 Método de explotación por draga de Succión



Figura 5.2 Explotación depósitos de placeres río Chicanan

## 5.2 Calculo de Reserva del área de estudio

La mina San Luis de Morichal cuenta con información de 18 perforaciones geoexploratorias con una profundidad de cinco (5) metros, realizado por un grupo de Asociaciones agromineras del municipio Sifontes como Asociación Agrominera amigas del Perú y la Asociación Agrominera San Luis de Morichal, que iniciaron un proceso de perforación el primer trimestre del año 2006.

La cantidad de metros perforados son noventa (90) metros, las perforaciones se encuentran distribuidas en seis (06) secciones; la separación de las secciones es de cincuenta (50) metros. En cada sección se demarcan grupos establecidos de recursos bajo los siguientes para metros:

1. Las perforaciones cuyos tenores son iguales o mayores de 0,1 gr/tn se consideran mineral de Tipo A y poseen perforaciones de 05 metros.
2. Las perforaciones cuyos tenores sean menores de 0,1 gr/tn se consideran estéril.

En la tabla 5.2 se muestran las perforaciones realizadas en la mina San Luis de Morichal respectivamente. Analizando la información perteneciente a la mina San Luis de Morichal se concluye que: Los recursos minerales tipo A son del orden de los 228.090 toneladas, con un contenido metálico de 27.371 gramos y un tenor promedio del yacimiento de 0,12 gr/tn como se observa en la tabla 5.3.

Tabla 5.2 Perforaciones realizadas en la Mina San Luis de Morichal

<b>PERFORACIONES</b>	<b>TENOR gr/tn</b>
P1	0.115
P2	0.117
P3	0.114
P4	0.177
P5	0.106
P6	0.120
P7	0.128
P8	0.100
P9	0.082
P10	0.052
P11	0.056
P12	0.086
P13	0.038
P14	0.027
P15	0.032
P16	0.029
P17	0.055
P18	0.085

Tabla 5.3 Calculo de Reserva mina San Luis de Morichal municipio Sifontes. Recursos mineral Tipo A

<b>Bloque</b>	<b>Sección</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tenor (gr/tn)</b>	<b>Área promedio (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tenor Promedio (gr/tn)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad (tn/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Toneladas (tn)</b>	<b>Contenido metálico (gr)</b>
1	S <sub>1</sub>	1076.57	0.11	1126.08	0.12	56.304	2,65	149.205,6	17.905
	S <sub>2</sub>	1175.59	0.13						
2	S <sub>2</sub>	1175.59	0.13	1190.71	0.12	29.767,75	2,65	78.884,54	9.466
	S <sub>3</sub>	1205.83	0.11						
<b>TOTAL</b>								228.090	27.371



### **5.3 Diseño del Plan de Explotación**

El método de explotación que se plantea en esta investigación para desarrollar los yacimientos de la mina San Luis de Morichal es el semi-mecanizado. Este método es una combinación entre el método hidráulico y el de maquinaria pesada. Se inicia con la remoción de la capa vegetal con la implementación de un tractor, para luego utilizar monitores hidráulicos, para la desintegración el material por medio de un chorro de agua a presión; el material arrancado corre por gravedad hacia un pozo, y desde allí es succionado por una bomba de grava (chupadora) que le envía por tubería a un tamedero, el mismo posee un clasificador donde el material cuyo tamaño sea igual o mayor de 10" es apilado para procesarlo en la planta, el cual es transportado mediante camiones.

#### **5.3.1 Producción y vida de la mina**

Para la realización de la estimación de la vida de la mina San Luis de Morichal implementando el Método de explotación Semi-mecanizado, con la utilización de monitores hidráulicos de 4 cilindros con la capacidad de transportar 110 m<sup>3</sup>/h (80% de agua y 20% saprolita) cada uno. Trabajando una jornada de diaria de 10 horas y 312 días al año se tienen los siguientes resultados:

En la mina San Luis de Morichal con una cantidad de tonelada de 228.090 con un tenor de 0,12 gr/tn, se obtiene una producción anual de 181.896 toneladas. Estimándose una vida de la mina de 2 años, considerándose los recursos de la mina y la producción anual se ha planificado mantener 01 frente de explotación activo, trabajando con 02 monitores hidráulicos (Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Producción y vida de la Mina San Luis de Morichal

<b>Producción t/h</b>	<b>Producción Diaria (tn)</b>	<b>Producción Mensual (tn)</b>	<b>Producción Anual (tn)</b>	<b>Vida de la mina</b>
58.3	583	15.158	181.896	2 años

### 5.3.2 Descripción y Caracterización de los equipos de explotación para aplicar el método de explotación semi-mecanizado

En la aplicación del método de explotación semi-mecanizado es necesaria la utilización tanto de un tractor como de monitores hidráulicos. En la Tabla 5.5, 5.6 y 5.7 se señalan las especificaciones, dimensiones, tipos y ancho de hoja de un tractor D8L; con respecto a los monitores hidráulicos utilizados en el desmote del recubrimiento y material mineralizado, ellos consisten de una base en forma de pistola en la cual esta acoplado un tubo que tiene un dispositivo que permite movimientos horizontales y verticales. El orificio de salida de la boquilla varia de 1 pulgada a 12 pulgadas de diámetro, dependiendo del suministro de agua a presión, de las condiciones de la mina y de las características del material.

Tabla 5.5 Especificaciones del tractor D8L (Chacón Ibarra, 1993)

<b>ESPECIFICACIONES</b>	
Potencia en el volante	250 K.W
Peso de operación (servo transmisión)	37.417 Kg
Modelo de motor	3.480
R.P.M indicadas de motor	1.900
Numero de cilindro	8
Diámetro	137mm
Carrera	152mm
Cilindrada	18 Lts
Rodillos inferiores (a cada lado)	8
Ancho de zapata estándar	560mm
Largo de cadena sobre el suelo	3,213
Área sobre el suelo	3,59m <sup>2</sup>
Entrevía de las cadenas	2.20m <sup>2</sup>

Tabla 5.6 Dimensiones principales del tractor D8L. (Chacón Ibarra, 1993)

<b>DIMENSIONES</b>	
Altura (parte superior desguarnecida)	2,895m
Altura (incl. techo o cabina ROPS)	3,895m
Largo Total (con hoja recta)	6,227m
Largo Total (sin hoja recta)	4,950m
Ancho (sin muñón, con zapata estándar)	2,759m
Altura libre sobre el suelo	483m

Tabla 5.7 Tipos y ancho de hoja Tractor D8L (Chacón Ibarra, 1993)

Recta	4,172m
De giro horizontal	4,851m

#### **5.4 Análisis de las variables de Rentabilidad del proyecto (VPN y TIR)**

El análisis económico preliminar permite conocer de manera anticipada los resultados del proyecto, es por ello que en este capítulo se realiza un análisis para el método de explotación propuesto con la finalidad de conocer su rentabilidad, el análisis económico preliminar se realizará la mina San Luis de Morichal.

##### **5.4.1 Método Semi-Mecanizado**

###### **5.4.1.1 Inversión**

El plan de inversión contempla la adquisición de equipos mineros y la construcción de campamentos. En la Tabla 5.8 se muestra la inversión requerida en la mina San Luis de Morichal.

### 5.4.1.2 Arrendamiento

En la Tabla 5.9 se señala el monto requerido por concepto de alquiler anual de un Tractor D8L.

Tabla 5.8 Inversión estimada en la aplicación del Método Semi-Mecanizada. Mina San Luis de Morichal.

<b>Equipos o herramientas</b>	<b>Nº de equipos</b>	<b>Monto de adquisición</b>	<b>Inversión Bs.</b>
Monitor de 04 cilindro	02	21.000.000,00	42.000.000,00
Tubos PVC 6 pulgas	45	1500,00	67.500,00
Manguera de 3 pulgadas p/pistola	01	3.000,00	3.000,00
Manguera de salida de 6 pulgadas	01	12.000,00	12.000,00
Manguera de succión de 6 pulgadas	02	15.000,00	30.000,00
Turbinas de tierra	01	10.000,00	10.000,00
Turbina de agua de alta presión	01	15.000,00	15.000,00
Pico p/pistola	01	5.000,00	5.000,00
Abrazadera de 6 pulgadas	06	6.000,00	24.300,00
Empele de tierra	02	20.000,00	40.000,00
Chumacera	02	18.000,00	36.000,00
Tame de madera 25 m de largo	01	45.000,00	45.000,00
Alfombras	25m	15.000,00	375.000,00
<b>Monto total</b>			<b>704.800,00</b>

La inversión en la construcción del campamento para el área de estudio con dimensiones de 12 m \* 12 m, lleva un monto de 300.000,00 Bs. Resultado de la inversión de **1.004.800,00 Bs.**

Tabla 5.9 Monto de alquiler de un Tractor D8L en la aplicación del Método Semi-mecanizado. Mina San Luis de Morichal.

<b>Equipos</b>	<b>N° De equipos</b>	<b>Monto de alquiler Bs/hora</b>	<b>Horas Pro/año</b>	<b>Inversión Bs.</b>
Tractor D8L	01	50.000,00	1040	52.000.000,00

#### 5.4.2 Estimación de los costos de operaciones

Los costos de operaciones se clasifican en 03 grupos renglones básicos: Costo de Materiales, Costo de Reparación, Mantenimiento y los costos de personal.

##### 5.4.2.1 Costo de Materiales

En esta sección se realizara una estimación de costos por concepto de materiales, costo que se refieren al consumo de combustible y aceite (Tabla 5.10 y 5.11)

Tabla 5.10 Consumo de combustible de equipos. Mina San Luis de Morichal

<b>Equipos</b>	<b>N° De equipos</b>	<b>Horas Pro/año</b>	<b>Consumo horario L/h</b>	<b>Precio de Combustible Bs/L</b>	<b>Costo de Combustible Bs/año</b>
Monitor Hidráulico vm 04 cilindros	02	3120	11	6,00	411.840,00

Tabla 5.11 Consumo de Aceite de los equipos. Mina San Luis de Morichal

<b>Equipos</b>	<b>N° De equipos</b>	<b>Horas Pro/año</b>	<b>Consumo horario L/h</b>	<b>Precio de Combustible Bs/L</b>	<b>Costo de Combustible Bs/año</b>
Monitor Hidráulico vm 04 cilindros	02	3120	03	3.000,00	56.160.000,00

### 5.4.2.2 Costo de reparación y mantenimiento

Para el mantenimiento de los motores hidráulicos, se estima un monto de 10.000.000,00 Bs/año (Tabla 5.12).

Tabla 5.12 Costo de reparación y mantenimiento de monitores hidráulicos. Mina San Luis de Morichal

<b>Equipo</b>	<b>N° De equipos</b>	<b>Consumo anual por equipo Bs/año</b>	<b>Consumo anual Bs/año</b>
Monitor Hidráulico de 04 cilindros	02	5.000.000,00	10.000.000,00

### 5.4.2.3 Costo de personal

El costo de personal implica los mineros que trabajan el área, la cocinera, vigilante y el transporte (Tabla 5.13).

Tabla 5.13 Costo de personal. Mina San Luis de Morichal

<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Consumo semanal</b>	<b>Consumo anual</b>
Trabajadores	08	100.000,00	4.000.000,00
Cocinera	01	100.000,00	4.000.000,00
Vigilante	01	50.000,00	2.000.000,00
Transporte	01	100.000,00	4.000.000,00
Monto total			14.000.000,00

En la Tabla 5.14 se determina todos los montos involucrados en los costos de operaciones.

Tabla 5.14 Costo de operaciones. Mina San Luis de Morichal

<b>Tipo de costo</b>	<b>Monto Bs/año</b>
Costo de Materiales	56.571.840,00
Costo de reparaciones y mantenimiento	10.000.000,00
Costo de personal	14.000.000,00
Monto total	80.571.840,00

Nota: Es importante mencionar que la inversión inicial fue de 1.004.800,00 para la fecha de septiembre de 2016, que se obtuvieron costos de mercado y pagos para ese entonces. Para la fecha de presentación Junio de 2018 por razones de hiperinflación del país este monto es totalmente devaluado.

#### **5.4.2.3 Impuestos**

La organización de la Mina San Luis de morichal paga según lo establecido en la Ley de Minas, lo correspondiente al impuesto de explotación, un 3% de la producción (Tabla 5.15) y el Impuesto Sobre la Renta de un 34%.

Tabla 5.15 Impuesto de explotación. Método Semi-mecanizado. Mina San Luis de Morichal

<b>Producción Ton/año</b>	<b>Ingresos Anual</b>	<b>Impuesto %</b>	<b>Monto Bs/año</b>
181.896	1.621.723.950	3	48.651.718,5

#### **5.4.2.4 Ingresos**

Los ingresos se calculan, tomando en cuenta el porcentaje de recuperación de Sluice o tame, el cual es el equipo de recuperación de mineral que utilizan los pequeños mineros. El porcentaje correspondiente al sluice es del 57% (Tabla 5.16).

Tabla 5.16 Ingresos. Mina San Luis de Morichal

<b>Producción anual Tn</b>	<b>Contenido metálico gr</b>	<b>% de contenido metálico recuperado</b>	<b>Precio de oro Bs/gramo</b>	<b>Ingreso anual Bs/año</b>
181.896	27.371	15.601	103.950	1.621.723.950

#### 5.4.2.5 Depreciación de equipos

El método empleado para cálculo de la depreciación es el directo y se usa con mayor frecuencia. La distribución directa se calcula distribuyendo entre la vida útil del activo estimado, la diferencia obtenida entre el costo inicial del activo y su valor residual (Tabla 5.17)

Tabla 5.17 Depreciación de equipos en la aplicación del método Semi-mecanizado. Mina San Luis de Morichal

<b>Equipos</b>	<b>Nº de equipos</b>	<b>Monto de adquisición Bs.</b>	<b>Vida útil años</b>	<b>Depreciación Bs/año</b>
Monitor Hidráulico de 04 cilindros	02	5.000.000,00	02	5.000.000,00

En la Tabla 5.18 se muestran los resultados arrojados en el flujo de caja, en donde la recuperación total de capital invertido ocurre de manera positiva para el inversionista. Generan ganancias como refleja la Ganancia Bruta (antes del impuesto sobre la renta) para el año uno se cuantifican 1.621.723.950 Bs. Estos resultados indican claramente que el proyecto de explotación de mineral oro en la Mina San Luis de Morichal es rentable y cuenta con reservas que pueden generar ganancias positivas.



Tabla 5.18 Flujo de Caja generado por la alternativa del método de Semi-mecanizada.  
Mina San Luis de Morichal

<b>Años</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
Inversiones (Bs)	1004.800,00		
Ingresos (Bs)		1.621.723.950	1.621.723.950
Costos de Operaciones (Bs)		80.571.840,00	100.900.000,00
Ganancia Bruta		1.541.206.110	1.520.823.950
Egresos			
• Depreciación		5.000.000,00	5.000.000,00
• Arrendamiento		52.000.000,00	52.000.000,00
• Impuesto de Explotación		61.267.638,13	61.267.638,13
• Imprevistos		100.000.000	100.000.000
• Seguro		10.000.000	10.000.000
Total		228.267.638,1	228.267.638,1
Ganancia Bruta (antes del impuesto sobre la renta )		1.312.938.472	1.292.556.312

Tabla 5.19 Flujo de Caja generado por la alternativa del método de Semi-mecanizada.  
Mina San Luis de Morichal. Ganancia total.

<b>ISL</b>	<b>Año 1 Ganancia Bruta</b>	<b>Año 2 Ganancia Bruta</b>
34%	1.312.938.472	1.292.556.312
	446.399.080,4	439.469.146,1
<b>Ganancia total</b>	<b>866.539.391,6</b>	<b>853.087.165,9</b>

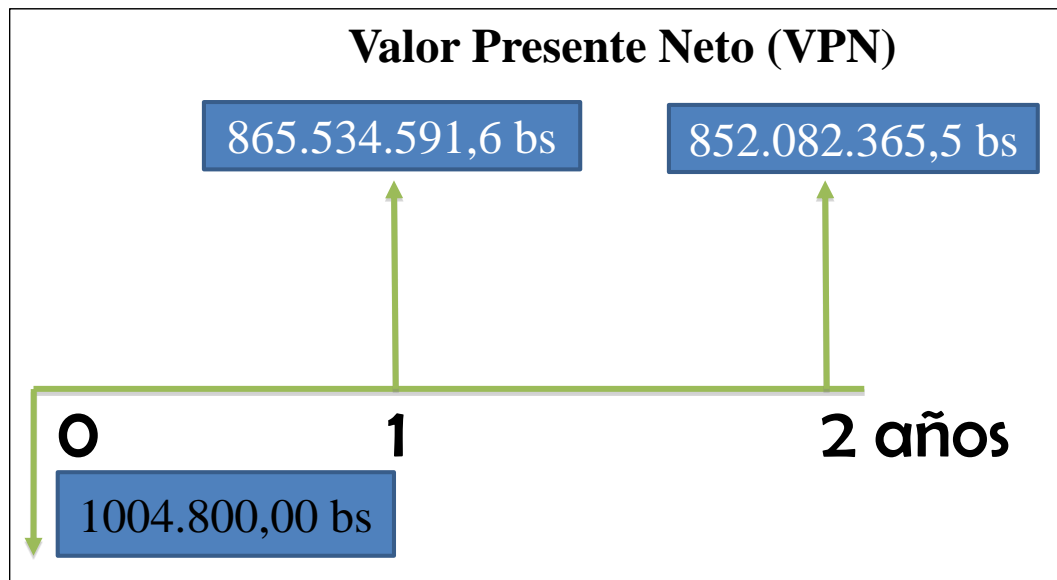


Figura 5.8 Valor Presente Neto (VPN) mina San Luis de Morichal

De acuerdo a los resultados expresados para  $VPN > 0$ : conviene hacer el proyecto para la mina San Luis de Morichal.

Tabla 5.20 Tasa Interna de Retorno (TIR) mina San Luis de Morichal

<b>Proyecto mina San Luis de Morichal</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
<b>Ajustado</b>	1.004.800,00	866.539.391,6	853.087.165,9
<b>TIR 20%</b>	0	173.307.878,3	170.617.433

El cálculo de TIR es mayor que el costo de capital para activos del mismo nivel de riesgo, por lo tanto posee buena rentabilidad del proyecto de la mina San Luis de Morichal.

### 5.5 Valoración de los posibles impactos ambientales producto de la actividad minera

El uso de Monitores Hidráulicos en las Faunas de Pequeña Minería ha sido el causante del deterioro ambiental, cuando es utilizado en forma indiscriminada para remover la capa vegetal, cual desaparece la frágil vegetación, o la perdida de vastas extensiones de bosques, y el material removido pasa a formar parte de enormes acumulaciones de material al cual se le han extraído sus componentes finos pasan a incrementar los sedimentos de los ríos. Pero hay algo más, el uso de elementos tóxicos como el mercurio pasa a contaminar las aguas, y la misma se extiende a la flora y la fauna de la región.



Figura 5.9 Impacto ambiental del área de estudio San Luis de Morichal

Finalmente el daño llega a las personas comprometiendo su salud por el uso de las aguas, alimentos, consumo de pescado, que se crían en estas aguas, entre otros. Para completar el cuadro queda un pasivo ambiental de difícil restitución como herencia a las futuras generaciones. En la tabla 5.20, se realiza la identificación de los impactos potenciales sobre el medio ambiente; originados por la extracción del mineral de oro en el área de estudio.

Tabla 5.21 Identificación de Impacto Potencial. Proyecto Estudio de factibilidad tecnico-economico ambiental aplicado a la minería artesanal de origen aurífero aluvional. Ubicada en el sector San Luis de morichal; municipio Sifontes, estado Bolívar, Venezuela.

Acciones Variables ambientales		Deforestación	Generación de desechos vegetales	Empleo de maquinaria	Acondicionamiento de la vialidad	Carga y acarreo	Desechos de colas
Atmosfera	Calidad de aire			x	x	x	
Suelo	Topografía	x	x				
	Relieve				x	x	
Ruido y vibraciones				x	x	x	
Vegetación	Emigración de la cubierta Vegetal	x					
Fauna	Migración de la Fauna			x			
Paisajístico visual	Incidencia Visual	x	x	x	x		x
Agua	Calidad de agua						x

### 5.5.1 Evaluación de los Impactos

En la Tabla 5.21 Se determinaron los valores a los impactos ambientales, considerando un rango de puntuación del 1 al 6 de acuerdo al índice de impacto ambiental de Criterios Relevantes Integrados (CRI), permitió valorar cada efecto identificado (VIA) índice integral de impacto ambiental, en las Tablas 5.22, 5.23, se realiza la jerarquización, descripción y ordenamiento de los impactos.

Tabla 5.22 Evaluación de los Impactos

<b>Identificación de impactos</b>	<b>Intensidad (ptos)</b>	<b>Extensión (ptos)</b>	<b>Duración (ptos)</b>	<b>Reversibilidad (ptos)</b>	<b>Riesgo (ptos)</b>	<b>VIA (ptos)</b>
Contaminación del Aire	5	3	2	2	4	3.6
Contaminación del Suelo	5	3	3	3	5	4
Contaminación por Ruidos y Vibraciones	5	3	3	2	5	3.9
Contaminación sobre la Vegetación	5	3	3	3	5	4
Contaminación de la Fauna	3	3	2	2	2	2.7
Efectos sobre el paisaje	5	2	5	5	5	4.2
Contaminación del Agua	5	3	5	3	5	4.2

Toda actividad o proceso conlleva consecuencias que pueden afectar el ambiente y por consiguientes a su vez a las personas que habitan en él. Por eso es necesario realizar un estudio de impacto ambiental de todas aquellas actividades que producirían impactos en el ambiente para ello se procederá a la identificación de los impactos y evaluación de los mismos relacionados a la actividad minera estudiada en el sector San Luis de morichal municipio Sifontes estado Bolívar.

Tabla 5.23 Resumen de Valoración de los Impactos

Impacto ambiental	Criterios						Jerarquización
	I	E	D	Rv	Ri	VIA	
Contaminación del Aire	5	3	2	2	4	3.6	MEDIA
Contaminación del Suelo	5	3	3	3	5	4	MEDIA
Contaminación por Ruidos y Vibraciones	5	3	3	2	5	3.9	MEDIA
Contaminación sobre la Vegetación	5	3	3	3	5	4	MEDIA
Contaminación de la Fauna	3	3	2	2	2	2.7	MEDIA
Efectos sobre el paisaje	5	2	5	5	5	4.1	MEDIA
Contaminación del Agua	5	3	5	3	5	4.2	MEDIA

La metodología CRI considera como indicadores de impactos los siguientes:

- ✓ Intensidad (I): cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el proceso o impacto puesto en marcha.
- ✓ Extensión (E): influencia espacial o superficie afectada por la acción antrópica. Es decir, medida del ámbito espacial o de superficie donde ocurre la afectación.
- ✓ Duración (D): lapso o tiempo que dura la perturbación. Período durante el cual se sienten las repercusiones del proyecto o número de años que dura la acción que genera el impacto.
- ✓ Reversibilidad (Rv): la posibilidad o dificultad para retornar a la situación actual.
- ✓ Riesgo (Ri): probabilidad de que el efecto ocurra.
- ✓ (VIA) Índice integral de impacto ambiental

Tabla 5.24 Resumen de descripción de los Impactos

Identificación del Impacto	Valoración	Descripción del Impacto
Contaminación del Aire	Media	La alteración de la calidad del aire es producida por la emisión de gases y polvo. La emisión de gases proviene de la combustión de la maquinaria La emisión de partículas sólidas se debe al arrastre de polvo en las labores de carga y transporte y en las acumulaciones de material.
Contaminación del Suelo	Media	La alteración del suelo se produce por la remoción de la capa vegetal lo cual trae la aceleración de los procesos erosivos de la tierra y la generación de desechos vegetales. Las diferentes actividades como el acondicionamiento de tierra generan cambios evidentes en el relieve de la zona.
Contaminación por Ruidos y Vibraciones	Media	El ruido proviene de la utilización de la maquinaria y los equipos
Contaminación sobre la Vegetación	Media	La remoción de la vegetación no solo causa impacto en los suelos, sino también afecta el ecosistema terrestre, y acuático en general. Una vez que se deforesta, los suelos son expuestos a inundación, lo que equivale el aumento de riesgo de erosión hídrica y por el aumento brusco de la temperatura.
Contaminación de la Fauna	Media	La fauna se ve afectada por la presencia del ser humano en su habitat, teniendo que huir de ella y por el ruido y vibraciones ocasionado por la maquinaria.
Efectos sobre el paisaje	Media	Otro problema que se presenta es el deterioro del paisaje, no solo el aspecto de la vegetación, sino la forma de vida que lleva el minero además de otras personas que viven en la zona. Estos se alojan en barracas y ranchos hechos con desechos de tambor, plástico, madera, etc., casi siempre hay agua estancada y por ende el riesgo de contraer enfermedades como paludismo.

### 5.5.2 Afectación de la vegetación

La vegetación presente en la zona de estudio está afectada en el proceso de la instalación de la infraestructura requerida para la actividad a desarrollar, vías de acceso como también la eliminación de la capa vegetal en el área donde se va a realizar la explotación del mineral (Figura 5.10).



Figura 5.10 Vegetación afectada mina San Luis de Morichal

### 5.5.3 Suelo

Los suelos del área de estudio son afectados por la remoción de toda la capa superficial del suelo mediante el bombeo de agua a presión, para la extracción del mineral durante este proceso se erosiona una gran cantidad de capas de suelo y supera miles de toneladas. La deforestación y la creación de vías de acceso también forman parte de toda la remoción de suelo de la mina San Luis (Figura 5.11).





Figura 5.11 Remoción de la capa de suelo para la extracción del mineral

#### 5.5.4 Aire

La calidad de aire se ve afectado por la emisión de gases contaminantes que provienen de la combustión de los motores de los equipos utilizados en las diferentes etapas de explotación del proyecto como también la emisión de partículas de polvo a la atmosfera debido al tránsito de los vehículos utilizados.

### 5.5.5 Fauna

Disminución de la población por migración, debido a los ruidos provenientes de las maquinarias, plantas eléctricas entre otras así como el movimiento de vehículos y maquinarias.

### 5.5.6 Modificación del paisaje natural

Las labores de explotación así como las labores de acondicionamientos de las diferentes áreas operacionales y acumulación del material estéril producen un desmejoramiento en la calidad del paisaje como se observa en las Figuras 5.12.



Figura 5.12 Remoción del suelo y tala de árboles en el área de estudio mina San Luis de Morichal

### **5.5.7 Medidas de prevención ambiental**

Establecer un plan de mantenimiento de maquinarias, equipos y control de ruidos: con este plan se pretende evitar o reducir la contaminación de los suelos por los residuos de aceites y grasas de los equipos entre otras y controlar los niveles de ruidos a fin que los trabajadores puedan trabajar de una manera más cómoda. El plan de mantenimiento de los equipos también va a permitir un óptimo funcionamiento de los mismos este plan consiste en revisar a diario los niveles de aceite de los motores a fin de evitar y controlar los posibles botes de aceites que puedan presentar los mismos, el plan de mantenimiento de los equipos dependerá de las especificaciones de estos.

Se deberá proteger al personal de los niveles de ruidos dotándolos de protectores auditivos.

Prohibición de la cacería de la fauna silvestre con esta medida se pretende evitar la migración de la fauna silvestre, concientizando a los trabajadores y colocando avisos en los diferentes accesos de la mina para la preservación de la fauna silvestre.

### **5.5.8 Medidas mitigante y de recuperación de áreas intervenidas**

#### **5.5.8.1 Disposición de la capa vegetal removida**

Una vez removida la capa vegetal del frente de explotación se procederá a depositarla en un sitio aparte para luego utilizarla cuando sea necesario para la recuperación de las áreas intervenidas.

### **5.5.8.2 Restauración de los frentes de explotación**

Una vez terminado el trabajo de explotación en el frente se procederá a efectuar la recuperación de área conformando el terreno, realizando la siembra de árboles.

### **5.5.9 Programación de medidas de protección del personal**

Se realizaran charlas al personal referente a los peligros referentes a la actividad minera y dotarlos de equipos de protección como cascos, botas, lentes, guantes de seguridad: así como extintores de incendios y asegurarse del uso de los equipos de protección con la finalidad de la prevención de accidentes de los trabajadores.

La pequeña minería trabaja o utiliza técnicas que destruyen el ambiente ocasionando una gran cantidad de daños a este ya que no se toma en cuenta la parte ambiental causando una serie de impactos que afectan al ambiente y por consiguiente a las personas.

Sea por el uso de monitores hidráulicos como todas aquellas herramientas utilizadas para la explotación del recurso mineral no tomando en cuenta medidas que minimicen el daño ocasionado al ambiente.

Afectación en la naturaleza.

Para la realización de la explotación minera debe retirarse la capa vegetal para su respectiva explotación lo cual genera un desequilibrio o alteración del relieve topográfico dando como consecuencia la destrucción de la vegetación existente en la zona en estudio, modificación del paisaje natural, cambios en el movimiento del agua en el suelo causando muerte y desplazamiento de la fauna y deterioro del paisaje natural.

### Contaminación del agua.

El agua es un recurso importante para la actividad biológica del suelo, la vegetación y la fauna silvestre acuática y terrestre ya que dependen de la calidad y cantidad de agua disponible.

La actividad minera artesanal produce un efecto negativo sobre los ríos debido a los sedimentos que se depositan en las proximidades de los ríos como el uso del mercurio en agua generando daños irreversibles en el ambiente.

Los resultados realizados a las aguas del área de estudio reflejaron los siguientes resultados: los valores de la temperatura del agua reportados se encuentran entre un rango de 24. Todos estos valores se ven afectados como consecuencia de la radiación solar. El pH de las aguas del río se encuentran en un rango comprendió de 7.15 a 7.17 el río posee un pH óptimo ya que se encuentra entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina. Las concentraciones de oxígeno disuelto a lo largo del cauce del río se encuentran entre 4.61 mg/l y 4.68 mg/l. De acuerdo a el Decreto N°883, estos valores se encuentran dentro del límite permisible que establece debe ser mayor a 4 mg/l. Los resultados obtenidos para Demanda Bioquímica de Oxígeno fluctúa entre 0.28 mg/l y 0.31 mg/l, esta diferencia de valores se debe a la presencia de desechos sólidos y materia orgánica en descomposición en el cauce del río. Las muestras analizadas arrojaron valores desde 13.21 – 13.52 mg/l, de nitratos los cuales indican que dichos valores se encuentran por encima del límite máximo permisible de 10.0 mg/l, estos valores se originan por el aporte de materia orgánica que se descompone por las bacterias del suelo y por disolución de rocas y de efluentes industriales, los cuales son arrastrados por el río. Los resultados de los sólidos totales arrojaron los siguientes valores 358 mg/l -378 mg/l. los resultados obtenidos se encuentran dentro del límite máximo permisible el cual es 1500 mg/l.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Para la caracterización del material aluvial del área de estudio se realizaron análisis químico de metales, se extrajeron muestras del área de explotación por motobombas en el borde de río, las cuales presentan tenor de 9.63 gr/tn correspondiente a material aluvial lo cual no garantiza una rentabilidad para su producción en masa. Su método empleado es el de motobomba a presión.

2. La mina San Luis de Morichal cuenta con información de 18 perforaciones geoexploratorias con una profundidad de cinco (5) metros. La cantidad de metros perforados son noventa (90) metros, las perforaciones se encuentran distribuidas en seis (06) secciones; la separación de las secciones es de cincuenta (50) metros. Los recursos minerales tipo A son del orden de los 228.090 toneladas, con un contenido metálico de 27.371 gramos y un tenor promedio del yacimiento de 0,12 gr/tn.

3. Se planteó como método de explotación el semi-mecanizado (combinación entre la minería hidráulica y la minería con maquinaria pesada). La aplicación del método semi-mecanizado en la mina de San Luis de Morichal arroja una vida de la mina de 2 años.

4. Los equipos necesarios para la aplicación del método de explotación semi-mecanizado en la mina San Luis de Morichal, trabajando con un solo frente de explotación son: 02 Monitores Hidráulicos, Tractor D8L y 01 Tame para la recuperación del material.

5. Se determinó que la aplicación del método semi-mecanizado en la mina San Luis de Morichal es rentable. Generan ganancias como refleja la Ganancia Bruta (antes del impuesto sobre la renta) para el año uno se cuantifican 1.312.938.472 Bs. Estos resultados indican claramente que el proyecto de explotación de mineral oro en la Mina San Luis de Morichal es rentable y cuenta con reservas que pueden generar ganancias positivas.

6. La realización de la Valoración Ambiental demuestra que al ejecutarse la extracción del mineral en las áreas de estudio afecta considerablemente de forma negativa al medio ambiente, mediante el método de Criterios Relevantes Integrados se evaluó el impacto ambiental del área de estudio de acuerdo a estos se obtuvo un VIA= 3,8, Intensidad Media, Extensión Local, Duración Media, Reversibilidad Medianamente reversible, Riesgo Medio.

## **Recomendaciones**

1. Se recomienda contar con un Plan de recuperación ambiental para aplicarlo posteriormente al finalizar la explotación del material en las áreas en estudio; entre las actividades principales que debe constar el plan tenemos: el relleno de tierra necesario y la reforestación total del área afectada, los árboles plantados deben ser autóctonos de la zona, como son: La Mora *gonggripii* (Mora de la Guayaba) y las comunidades de yagrumo.



## REFERENCIAS

Abud, (2002), **CARACTERIZAR LOS PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA DEL RÍO SAN RAFAEL.**

Arango, M., Julián, A., (2014) **PROYECTO DE MINERÍA DE ORO LA COLOSA, IDENTIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA DE EXPLOTACIÓN Y SUS IMPACTOS.** Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Maestría en Gestión Ambiental, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

C.V.G Técnica Minera C.A, **TECMIN (1992). GEOLOGIA EXPLORATORIA DE LAS EXCONCESIONES “LAS CRISTINAS 4, 5,6 Y 7”.** Trabajo de Avance, Puerto Ordaz.

Bermúdez, T., Rafael, D., y Milano, Sergio, R., (2002) **LA MINERÍA DE PEQUEÑA ESCALA EN EL ESTADO BOLIVAR, VENEZUELA.** Centro de Investigaciones de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable (CIGADS) Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Venezuela.

Google Earth (2017) **UBICACIÓN RELATIVA DEL ÁREA DE ESTUDIO.** [<http://www.google.com/earth/>].30/02/2017.

Ramos, G., Efren, R., (2005) **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL YACIMIENTO AURÍFERO ABIGAIL-ESTEFANIA.** Tesis para optar al título de Ingeniero de Minas. Facultad de Ingeniería Geológica, Minería, Metalúrgica y Geografía E.A.P de Ingeniería de Minas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

The National Sanitation Foundation-NSF International (2003), **WATER QUALITY INDEX**, <http://www.nsfconsumer.org/environment/wqi.asp>. 19/03/ 2017.

Decreto Ejecutivo N° 883 del 11 de oct/1995. Gaceta oficial N° 5.021 extraordinario del 18/Dic/1995. **“NORMAS PARA LA CLASIFICACIÓN Y EL CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA Y VERTIDOS Y EFLUENTES LÍQUIDOS”.**

Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima (P.D.V.S.A). (2002). **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA.** Venezuela. <http://www.pdv.com/lexico>.

## **APÉNDICES**

**APENDICE A**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA –CENTRO DE GEOCIENCIAS**  
**ANALISIS QUIMICO DE METALES**



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE - NUCLEO DE BOLIVAR**  
**ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA - CENTRO DE GEOCIENCIAS**

**Solicitante:** LAURA TORRES / RIFAAT CHMAIT

**Muestra:** Suelo / Sedimentos

**Lugar:** Sector San Luis de Morichal, Municipio Sifontes, Estado Bolívar

**Fecha:** 10 / Mayo / 2016

**ANALISIS QUIMICO DE METALES**

Frente de Explotación	Oro	Plata	Cobre	Cinc	Mercurio	UNIDADES
Muestra N° 01-E	7.19	0.11	2.15	3.19	0.003	ppm
Muestra N° 02-E	9.63	0.07	1.89	3.45	0.002	ppm
Muestra N° 03-E	5.18	0.09	2.03	3.10	0.005	ppm
Muestra N° 04-E	6.82	0.12	1.97	2.97	0.003	ppm
Muestra N° 05-E	8.17	0.09	2.19	3.06	0.005	ppm
Muestra N° 06-E	7.13	0.10	1.56	3.38	0.002	ppm
Muestra N° 07-E	5.96	0.07	2.19	3.19	0.005	ppm
Muestra N° 08-E	7.37	0.08	2.01	2.82	0.003	ppm
Muestra N° 09-E	8.12	0.11	2.25	3.21	0.005	ppm



DEL PUEBLO VENIMOS / HACIA EL PUEBLO VAMOS  
 Calle san Simón, Campo Universitario J.N.Perfeti-la sabanita-Ciudad Bolívar-8001-

A.1 Análisis químico de metales Frente de Explotación borde rio Chicanan material Aluvial



UNIVERSIDAD DE ORIENTE - NUCLEO DE BOLIVAR

ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA- CENTRO DE GEOCIENCIAS

Solicitante: LAURA TORRES / RIFAAT CHMALT

Muestra: Suelo / Sedimento

Lugar: Sector San Luis de Morichal, Municipio Sifontes Estado Bolívar

Fecha: 23 / Noviembre/ 2017

**RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS PARA TENOR DE ORO**

Perforaciones	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	Unidades
Tenor	0.029	0.027	0.016	0.042	0.056	0.023	g/ton

Perforaciones	P-07	P-08	P-09	P-10	P-11	P-12	Unidades
Tenor	0.011	0.015	0.116	0.125	2.080	0.074	g/ton

Perforaciones	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17	P-18	Unidades
Tenor	0.029	0.045	0.030	0.048	0.052	0.081	g/ton

Qim. Isidro Farías

Analista Centro de Geociencias

Prof. Francisco Monteverde

Director de la Escuela Ciencias de la Tierra



DEL PUEBLO VENIMOS / HACIA EL PUEBLO VAMOS  
Calle san Simón, Campo Universitario J.N.Perfeti-la sabanita-Ciudad Bolívar-8001-  
E-mail: [ifarias@udo.edu.ve](mailto:ifarias@udo.edu.ve) tlf. 0426-6960539-

A.2 Análisis químico de roca Tenores Perforaciones de la Mina San Luis de Morichal

**APENDICE B**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA –CENTRO DE GEOCIENCIAS**  
**ANALISIS QUIMICO DE AGUA**



UNIVERSIDAD DE ORIENTE - NUCLEO DE BOLIVAR

ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA - CENTRO DE GEOCIENCIAS

Solicitante: LAURA TORRES / RIFAAT CHMAIT

Muestra: Agua

Lugar: Río Chicanan, Municipio Sifontes, Estado Bolívar

Fecha: 12 / Noviembre / 2015

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

PARAMETRO	Muestra Nº 1	Muestra Nº 2	UNIDADES
Temperatura	24	24	·C
PH	7.15	7.17	-----
Turbidez	70	75	U.T.N
Fosfato	< 0.05	< 0.05	mg/l
Oxig,Disuelto	4.61	4.68	mg/l
Dem.Bio.Oxi	0.28	0.31	mg/l
Sólidos Tols	358	378	mg/l
Nitratos	13.21	13.52	mg/l
Mercurio	< 0.0005	< 0.0005	mg/l
Coli Fecales	< 2	< 2	NMP/100ml

*Isidro Fariás*  
Técnico Isidro Fariás

Analista

*Maribel Mora*  
Prof. Maribel Mora

Coordinadora Centro de Geociencias

DEL PUEBLO VENIMOS / HACIA EL PUEBLO VAMOS

Calle san Simón, Campo Universitario J.N.Perfeti-la sabanita-Ciudad Bolívar-8001-

E-mail: [geociencias@udo.edu.ve](mailto:geociencias@udo.edu.ve)



B.1 Análisis químico de agua Mina San Luis de Morichal

# **ANEXOS**