

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANÍSTICAS**



Facultad de
**Ciencias Sociales
y Humanísticas**



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO ÁCIDO CON LOS MÉTODOS
TRADICIONALES USADOS EN LA RECUPERACIÓN DE ORO EN EL
DISTRITO MINERO ZARUMA-PORTOVELO”**

Previa la obtención del título de:
INGENIERO COMERCIAL Y EMPRESARIAL

Presentado por:

**CESAR ENRIQUE ESPINOSA FEJOO
ANDREA STEPHANIE MALDONADO BENALCAZAR
MARJORIE ANDREINA VELIZ BURGOS**

Director:
ING. OMAR MALUK SALEM

Guayaquil - Ecuador
2013-2014

DEDICATORIA

*A Dios por haberme dado la vida, y guiado en el camino para poder lograr esta meta
en mi vida.*

*A mi padre y madre, que con sacrificio y esfuerzo, me supieron motivar para poder
culminar mis estudios universitarios.*

*A mis hermanas, por haberme dado siempre ese apoyo incondicional en todos estos
años de mi carrera universitaria.*

Cesar Enrique Espinosa Feijoo

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, quienes me enseñaron con su ejemplo que el esfuerzo y el sacrificio son la clave para cumplir mis metas.

Andrea Stephanie Maldonado Benalcázar

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios.

Luego a mis padres, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

Finalmente dedico este proyecto a mis queridos profesores, por todos los conocimientos impartidos, por su paciencia, y por ser esa mano amiga, a lo largo de toda mi carrera.

Marjorie Andreina Veliz Burgos

AGRADECIMIENTO

Principalmente, a Dios por ser mi guía en los momentos difíciles de mi vida personal así como universitaria.

A mis profesores, quienes a lo largo de mi carrera universitaria me supieron brindar sus conocimientos y su apoyo.

Al Dr. Juan Ramón Paucar por habernos ofrecido su apoyo con conocimientos necesarios en minería los cuales hicieron posible que esta tesis haya culminado con éxito.

Cesar Enrique Espinosa Feijoo

AGRADECIMIENTO

*A Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida llena de bendiciones.
A mis padres, mi familia, mi novio y todos mis seres queridos quienes estuvieron conmigo, gracias por su apoyo incondicional y por creer en mí en todo momento.
A mis profesores, amigos y equipo de trabajo por sus palabras y consejos para la realización de este proyecto, mi triunfo es también de ustedes.*

Andrea Stephanie Maldonado Benalcázar

AGRADECIMIENTO

Aprovecho esta oportunidad para agradecer:

Primeramente a Dios, por haberme dado fuerza y valor para terminar mis estudios.

A mis padres por su apoyo y paciencia para concluir mis estudios, a mi hermana por tener confianza plena en mí y darme ánimos.

Finalmente, agradezco a mi familia, novio, amigos y en especial a la MSc. María Cecilia Moreno y MSc. Mariela Pérez por la constante comunicación con ellas en los momentos difíciles y que con sus sabias palabras me dieron el empuje necesario para continuar con esta lucha.

Marjorie Andreina Veliz Burgos

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

PhD. Washington Martínez García

Presidente Tribunal

Ing. Omar Maluk Salem

Director de Tesis

Ing. Horacio Villacis Moyano

Vocal

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

Cesar Enrique Espinosa Feijoo

Andrea Stephanie Maldonado Benalcázar

Marjorie Andreina Veliz Burgos

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
DEDICATORIA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
AGRADECIMIENTO	VI
AGRADECIMIENTO	VII
TRIBUNAL DE TITULACIÓN	VIII
DECLARACIÓN EXPRESA.....	IX
ÍNDICE GENERAL	X
RESUMEN	XV
ABSTRACT.....	XVII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIX
ABREVIATURAS	XX
1 INTRODUCCION.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Geografía.....	4
1.3 Actividades Económicas	5
1.4 Definición del problema.....	6
1.4.1 Planteamiento del problema.....	6
1.4.2 Preguntas de Investigación	6
1.4.3 Descripción del problema	7
1.5 Objetivos del Proyecto	7
1.5.1 Objetivo General.....	7
1.5.2 Objetivos Específicos	8
1.6 Justificación.....	8
1.7 Alcance del Estudio.....	9
CAPÍTULO 2	10
2 MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 La Minería en el Ecuador	10
2.2 La Minería en la Economía del Ecuador.....	11
2.3 El Mercurio: Principal Recurso en la Minería Artesanal	13
2.4 El Mercurio en la Antigüedad	14

2.5	Usos del Mercurio	14
2.6	Riesgos del Mercurio	15
2.7	El Mercurio y su Toxicidad.....	15
2.8	Efectos tras la Exposición al Mercurio	16
2.9	Ácido Nítrico.....	17
2.10	Proceso con Ácido Nítrico	17
2.11	Métodos para evitar el uso del mercurio	17
2.12	El Impacto Medioambiental de la Minería Artesanal	17
2.13	La Evolución de la Contaminación	18
CAPÍTULO 3		20
3	DISEÑO DE INVESTIGACION	20
3.1	Determinación del Problema Crítico.....	20
3.1.1	Entrevistas a Profundidad	20
3.1.2	Tarjeta de Problemas	22
3.1.3	Matriz de Vester.....	22
3.1.4	Árbol de Causa y Efecto	24
3.1.5	Árbol de Medios y Fines.....	26
3.1.6	Áreas de Intervención	28
3.1.7	Marco Lógico.....	30
3.2	Hipótesis.....	33
3.3	Objetivos de la investigación	34
3.4	Tipos de Investigación	34
3.5	Método de Investigación	34
3.5.1	Técnicas e Instrumentos de Investigación	35
3.5.2	Fuentes de Información	35
3.5.3	Población y Muestreo	36
3.5.4	Formato de Encuestas	36
3.6	Procesamiento de Datos	37
3.7	Descripción de las variables.....	37
CAPITULO 4		39
4	ESTUDIO TÉCNICO	39
4.1	Introducción	39
4.2	Localización	39
4.3	Inversión.....	39
4.3.1	Inversión en mina.....	39

4.3.2	Inversión en oficinas	48
4.4	Descripción del proceso en la mina	48
4.4.1	Veta	48
4.4.2	Caja	49
4.5	Recuperación Oro.....	49
4.6	Diagrama del proceso de recuperación de oro método amalgamación.....	50
4.6.1	Molino de chileno (ruedas).....	51
4.6.2	Sacos de Concentrado	52
4.6.3	Concentración gravimetría en platón	52
4.6.4	Platón de liquidar con oro en forma de amalgama	53
4.6.5	Oro en bola amalgamado	54
4.7	Diagrama del Proceso de Recuperación de Oro Método Acido	55
4.7.1	Relavera	56
4.7.2	Sorbona	57
4.7.3	Concentrado polimetálico sin sulfuros	57
4.7.4	Barra de Plata.....	58
4.7.5	Barra de Oro.....	58
4.8	Alternativa para mejorar la ley de oro obtenido por el método propuesto.....	59
4.8.1	Barra de Oro refinada	59
4.9	Recuperación de oro en arenas de bajo concentrado polimetálico	60
4.9.1	Tanques de Cianuración.....	61
4.9.2	Paila con viruta de zinc	62
4.9.3	Horno de fundición	63
4.9.4	Barra de Oro fino	63
4.9.5	Barra de Plata.....	64
CAPITULO 5	65	
5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS CON SPSS.....	65	
5.1	Análisis de Fiabilidad.....	65
5.1.1	Alfa de Cronbach	65
5.2	Análisis Factorial	65
5.2.1	Varianza Total Explicada.....	65
5.2.2	Matriz de Componente Rotado	66
5.3	Estadísticos Descriptivos	68
5.4	Explicación de los Componentes	68
5.4.1	Impacto Ambiental	68

5.4.2	Nivel de Conocimiento Ambiental	69
5.4.3	Métodos de Recuperación.....	70
5.4.4	Gestión Ambiental	70
5.4.5	Riesgo Socio ambiental	71
5.4.6	Minería Responsable.....	72
5.4.7	Incertidumbre Ambiental.....	72
5.4.8	Procesos utilizados.....	73
5.4.9	Efectos perjudiciales del mercurio en la salud.....	74
5.5	Regresión.....	74
5.5.1	Resumen del modelo de regresión	74
5.5.2	Durbin y Watson	75
5.5.3	Coeficientes	75
5.6	Análisis univariado de varianza (ANOVA).....	77
5.6.1	Prueba de Igualdad de Levene de Varianzas de Error	78
CAPITULO 6		80
6	ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO.....	80
6.1	Introducción	80
6.2	Inversión Requerida	80
6.2.1	Inversión en mina.....	81
6.2.2	Inversión en Oficina.....	81
6.3	Estimación del Precio del Oro.....	82
6.4	Estimación del Precio de la Plata	83
6.5	Ingresos del Proyecto	84
6.5.1	Ingresos del Proyecto Método Ácido.....	84
6.5.2	Ingresos del Proyecto Método Amalgamación	84
6.5.3	Ingresos del Proyecto Arenas de Bajo concentrado por el Método de Lixiviación.....	85
6.6	Costos del Proyecto.....	85
6.6.1	Costos Fijos.....	86
6.6.2	Costos Variables	86
6.6.3	Costo de Personal de Producción.....	88
6.6.4	Costo del Personal Administrativo	89
6.6.5	Depreciación	89
6.7	Tasa de Descuento Social.....	91
6.8	Flujo de efectivo social	91

6.8.1	Flujo de Efectivo Social Método Propuesto (Uso de ácido nítrico)	92
6.8.2	Flujo de Efectivo Social Método Actual (Uso de mercurio)	94
6.9	Índices de Evaluación Social	96
6.9.1	VAN Social.....	96
6.9.2	TIR SOCIAL.....	97
6.9.3	Relación Beneficio/Costo	97
6.9.4	Relación Beneficio/Costo (Método Acido/Método Amalgamación)	98
6.10	Análisis de sensibilidad.....	98
6.10.1	Precio vs Relación Beneficio/costo (Método ácido y Método amalgamación)	99
6.10.2	Precio vs VAN (Método ácido y método amalgamación)	99
CAPÍTULO 7	.....	100
7 CONCLUSIONES	.....	100
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	.....	102
ANEXOS	.....	107
Anexo 1:	Entrevista a PhD. Paúl Carrión.....	107
Anexo 2:	Entrevista al Ing. Bolívar Muñoz Soriano.....	115
Anexo 3:	Entrevista a Dr. Juan Ramón.....	117
Anexo 4:	Entrevista Jorge Maldonado	120
Anexo 5:	Matriz de Revisión Literaria.....	122
Anexo 6:	Matriz Vester	123
Anexo 7:	Gráficos estadísticos.....	124

RESUMEN

El presente proyecto está fundamentado en la realización de un análisis comparativo entre el método ácido (uso de ácido nítrico) y el método de amalgamación (uso de mercurio), los mismos que son empleados en la recuperación de oro. El método propuesto sería una manera de dar solución a la problemática que actualmente vive el país a causa de la contaminación por el mercurio dando como consecuencia la prohibición del uso del mismo; ya que este es catalogado altamente tóxico y perjudicial para la salud humana y el medio ambiente. Como consecuencia a esta prohibición se genera la reducción significativa de fuentes de trabajo de los pequeños mineros al no tener conocimiento de otro método para la recuperación de oro que no utilice el mercurio. De la misma manera se ha comprobado que el método propuesto permitirá a los pequeños mineros maximizar sus ingresos económicos.

Dicho esto se llevó a cabo la recuperación de oro por ambos métodos y como resultado a estas pruebas se obtuvo que el método propuesto genera un mayor porcentaje de oro y plata, diferencia que actualmente no se está logrando recuperar con la utilización de métodos precarios (amalgamación). Mediante el análisis socio-económico y con ayuda de índices de valoración social tales como beneficio/costo, Van Social y TIR Social se pudo concluir:

La relación beneficio/costo entre el método ácido y el método de amalgamación es de 1.01 dicho valor es > 1 por lo que se concluye inicialmente que el proyecto es viable socialmente.

El VAN Social del método ácido fue de \$167.078,33, mientras que para el método de amalgamación fue de \$143.684,05. Esto nos conlleva a concluir que nuestro proyecto es socialmente viable porque genera un mayor VAN Social con lo cual los pequeños mineros del Distrito Minero Zaruma-Portovelo maximizarían sus beneficios económicos.

Analizando la TIR obtenida por el método propuesto (Ácido) que es de 38,22% frente a la TIR generada por el método amalgamación que es de 34,80%, se concluye que el proyecto es viable socialmente ya que el método que se está proponiendo genera un TIR mayor por lo que los pequeños mineros estarían maximizando sus beneficios económicos.

PALABRAS CLAVE Amalgamación, minería aurífera, contaminación, mercurio, Sorbona, recuperación de oro, toxicidad, bioacumulación.

ABSTRACT

This project is based on a comparative analysis between two methods used in the gold recovery: the acid method (using nitric acid) and the amalgamation method (using mercury). The proposed method would be a way to solve the current problem of the mercury contamination, that caused the prohibition of its use, since this is classified highly toxic and harmful to human health and the environment. As a consequence of this prohibition a significant amount of small miners who don't know another method for recovering gold that doesn't use mercury, have lost their jobs. As well, it was found that the proposed method allow small miners maximize their income.

That said, a test was carried out using both methods and the result showed that the proposed method generates a higher percentage of gold and silver, which is not currently being achieved by the use of insecure methods (amalgamation). By socio-economic analysis and using social valuation rates, such as cost / benefit analysis and Social Van, it was concluded:

The cost/benefit ratio between the acid and amalgamation methods was 1.01, this value is higher than 1, so we can conclude that the project is socially viable.

The Social Van of the acid method was \$167,708.94, while for the amalgamation method was \$143.684,05. This leads us to conclude that our project is socially viable because it generates a higher Social VAN, whereby small miners Mining District Zaruma - Portovelo would maximize its economic benefits.

Comparing the TIR obtained by the proposed method (acid) which is 38,22% with the TIR generated by the amalgamation method that is 34,80%, it is concluded that the project is socially viable because it generates greater TIR so small miners would maximize their profits.

KEYWORDS: Amalgamation, gold mining, pollution, mercury, Sorbonne, gold recovery, toxicity, bioaccumulation.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1: Mina “EL SEXMO”.....	2
Gráfico 1.2: Mapa del Distrito Minero Zaruma Portovelo	4
Gráfico 1.3: Actividades económicas de Portovelo	5
Gráfico 1.4: Actividades Económicas de Zaruma.....	5
Gráfico 2.1: Los principios de la minería en Zaruma – Portovelo	11
Gráfico 2.2: Áreas mineras del Ecuador	11
Gráfico 2.3: Contribución Minera a las Exportaciones.....	12
Gráfico 4.1: Terreno Mina	40
Gráfico 4.2: Tubería.....	41
Gráfico 4.3: Rieles	41
Gráfico 4.4: Tolvas	42
Gráfico 4.5: Polvorín.....	43
Gráfico 4.6: Bodegas.....	43
Gráfico 4.7: Compresor Atlas Copco 375 CFM	44
Gráfico 4.8: Pulmón de Aire	45
Gráfico 4.9: Máquina de barrenar Atlas Copco YT27	45
Gráfico 4.10: Carros de mina.....	46
Gráfico 4.11: Extractor de Aire.....	47
Gráfico 4.12: Winche	47
Gráfico 4.13: Veta.....	48
Gráfico 4.14: Caja	49
Gráfico 4.15: Molino chileno (rueda)	51
Gráfico 4.16: Sacos de Concentrado	52
Gráfico 4.17: Concentración Gravimétrica en Platón	52
Gráfico 4.18: Platón de Liquidar con Oro en forma de Amalgama	53
Gráfico 4.19: Oro en bola amalgamado	54
Gráfico 4.20: Relavera	56
Gráfico 4.21: Sorbona	57
Gráfico 4.22: Concentrado Polimetálico sin Sulfuros.....	57
Gráfico 4.23: Barra de Plata.....	58
Gráfico 4.24: Barra de Oro.....	58
Gráfico 4.25: Barra de Oro.....	59
Gráfico 4.26: Tanques de cianuración	61
Gráfico 4.27: Paila con Viruta de Zinc	62
Gráfico 4.28: Horno de Fundición	63
Gráfico 4.29: Barra de Oro Fino	63
Gráfico 4.30: Barra de Plata.....	64
Gráfico 5.1: Gráfico de Impacto Ambiental.....	69
Gráfico 5.2: Nivel de Conocimiento Ambiental	69
Gráfico 5.3 Método de Recuperación	70
Gráfico 5.4: Gestión Ambiental	71
Gráfico 5.5: Riesgo Socio-ambiental	71
Gráfico 5.6: Minería Responsable.....	72
Gráfico 5.7: Incertidumbre Ambiental.....	73
Gráfico 5.8: Procesos utilizados.....	73
Gráfico 5.9: Efectos perjudiciales del mercurio en la salud.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Entrevistas a profesionales.....	21
Tabla 3.2 Tarjeta de Problemas.....	22
Tabla 3.3 Árbol Causa y Efecto.....	25
Tabla 3.4 Árbol de Medios y Fines.....	27
Tabla 3.5 Alternativas de Solución.....	29
Tabla 3.6 Marco Lógico.....	30
Tabla 4.1: Diagrama del Proceso de Recuperación de Oro Método Amalgamación.....	50
Tabla 4.2 Diagrama del Proceso de Recuperación de Oro Método Acido.....	55
Tabla 4.3: Recuperación de oro en arenas de bajo concentrado polimetálico.....	60
Tabla 5.1: Análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach.....	65
Tabla 5.2: Varianza Total Explicada.....	66
Tabla 5.3: Matriz de Componentes Rotados.....	67
Tabla 5.4: Estadísticos Descriptivos.....	68
Tabla 5.5: Regresión y Durbin-Watson.....	75
Tabla 5.6: Coeficientes.....	76
Tabla 5.7: Factores Inter-Sujetos.....	78
Tabla 5.8: Prueba de Igualdad de Levene.....	79
Tabla 6.1: Inversión en Mina.....	81
Tabla 6.2: Inversión en Oficina.....	81
Tabla 6.3: Estadística Descriptiva del precio del oro.....	82
Tabla 6.4: Escenarios del precio del oro.....	82
Tabla 6.5 Estadística Descriptiva del precio de la Plata.....	83
Tabla 6.6 Escenarios del precio de la Plata.....	83
Tabla 6.7: Ingresos Método Ácido.....	84
Tabla 6.8: Ingresos Método Amalgamación.....	85
Tabla 6.9 Ingresos método lixiviación.....	85
Tabla 6.10: Costos Fijos Anuales.....	86
Tabla 6.11: Costos variables anuales método acido.....	87
Tabla 6.12: Costos variables anuales método amalgamación.....	88
Tabla 6.13: Costo de Personal de Producción.....	89
Tabla 6.14: Costo del Personal Administrativo.....	89
Tabla 6.15 Depreciación de equipos en mina.....	90
Tabla 6.16 Depreciación equipos de oficina.....	90
Tabla 6.17: Flujo de efectivo social método propuesto.....	92
Tabla 6.18: Flujo de efectivo social método de amalgamación.....	94
Tabla 6.19: Precio vs Relación Beneficio/costo.....	99
Tabla 6.20: Precio vs VAN.....	99

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FCSH	Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas
MAE	Ministerio del Ambiente
ARCOM	Agencia de Regulación y Control Minero
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
MRNNR	Ministerio de Recursos no Renovables
SADCO	South American Development Company
CIMA	Compañía Industrial Minera Asociada
TIR	Tasa Interna de Retorno
B/C	Relación Beneficio-Costo
VAN	Valor Actual Neto
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
Ag	Plata
Cu	Cobre
Au	Oro

1 INTRODUCCION

La minería es una actividad que se ha venido realizando en el distrito Zaruma-Portovelo desde antes de la Época Precolombina, la cual se destaca gracias a la riqueza de sus suelos, en los que se han encontrado importantes yacimientos de minerales como: oro, plata, cobre, entre otros. En la actualidad constituye el principal motor económico de la zona, predominando sobre otras actividades que también aportan ingresos al distrito como son la agricultura, el comercio, la ganadería y el turismo.

El distrito ha sido explotado desde la antigüedad en grandes minas con enormes túneles y subterráneos que encierran historia y que hoy en día son admiradas y apreciadas por turistas deseosos de conocer las técnicas usadas por los mineros y cómo esta actividad ha sido un gran aporte cultural para la provincia de El Oro.

Varias técnicas y sistemas han sido usados a lo largo de los años en la extracción del oro, métodos como la amalgamación, lixiviación, carbón activado, etc.; algunos un tanto más contaminantes que otros, sin embargo en la actualidad la contaminación es un tema que ya no se puede pasar por alto, por lo que diversos organismos de control como MAE, ARCOM, SENAGUA, MRNNR, ENERGIA Y MINAS, apuntan a la minería responsable con el medio ambiente, es así que en la reforma a la ley minera dada el 13 de junio del 2013, menciona en el Art.17 se añade al Art.86 de la Ley de Minería, el prohibir el uso de mercurio en operaciones mineras (Nacional, 2013).

En solución a esta problemática y en base a la información recolectada se presenta una alternativa para la extracción de oro que no involucre el uso de mercurio y a su vez permita maximizar los ingresos de los pequeños mineros debido a que se recupera un mayor porcentaje de oro y otros tipos de metales que con el método tradicional (amalgamación) no se obtenían, tales como la plata.

1.1 Antecedentes

El distrito minero Zaruma - Portovelo desde sus inicios se ha caracterizado por poseer grandes cantidades de metales preciosos en su subsuelo entre los más conocidos tenemos el oro y la plata, sus inicios datan de la época precolombina, donde los españoles encontraron una veta aurífera que fue llamada Vizcaya y que más tarde fue

fundada como el Asiento de Minas de Zaruma por el español Alonso de Mercadillo, también fundador de dicha ciudad.

Cabe mencionar que la ciudad de Zaruma también explota el turismo, debido a que goza de un clima sub tropical y de una belleza inigualable gracias a sus paisajes, arquitectura colonial y a sus minas de oro, entre ellas, la primera y hoy la más famosa de la zona: El Sexmo, principal atractivo turístico, de ella se dice que alguna vez se extrajo una pepa de oro cercana a las 3 libras, la cual fue enviada al Rey de España de la época, quien gracias a este regalo reemplazó el impuesto del Quinto Real por el Sexmo, lo que significaba que se debía pagar la sexta parte de las ganancias mineras obtenidas. Vale recalcar que parte de esta mina actualmente no se explota y pasó a convertirse en un destino turístico.

Gráfico 1.1: Mina “EL SEXMO”



Fuente: Elaborada por los autores

Por otro lado, encontramos a Portovelo, que inicia sus actividades auríferas desde aproximadamente el año 1500, inicialmente como campamento utilizado para la explotación de las minas por los españoles; el Río Amarillo que baña a la ciudad, sirvió como fuente para la extracción de oro por los indígenas y nativos del lugar, a este sector antiguamente se lo conocía como Curipamba o Pampa de Oro.

La empresa transnacional South American Development Company (SADCO) fue la encargada de explotar a fondo todos los recursos auríferos de la tierra de Portovelo, instaló un Campamento Minero altamente equipado para la época; sin embargo debido a presiones de ámbito políticas la empresa tuvo que cesar sus actividades; el desarrollo de la actividad minera no paró del todo ya que poco tiempo después se creó con ayuda de capital social la Compañía Industrial Minera Asociada (CIMA) tomando las riendas de la minería en la zona hasta inicios de la década del 70.

Tiempo después la empresa CIMA termina sus actividades dando lugar a la minería artesanal, mucho más informal que la minería que se había dado lugar con las empresas antes mencionadas y que hoy por hoy se mantiene como la principal actividad económica del cantón, es por esta razón que Portovelo es reconocido como el Primer Centro Minero del Ecuador.

La minería con el pasar de los años se ha ido desarrollando gracias a los ingresos que le generan a quienes la llevan a la práctica cotidiana, lo que ha dado lugar a un aumento significativo del número de minas, molinos y plantas de procesamiento, sin embargo, a pesar de aportar a la economía del lugar, vale considerar que también deja efectos negativos e irreversibles para las personas y el medio ambiente, debido a la falta de medidas de seguridad para los trabajadores y al escaso control en el uso de recursos nocivos para la recuperación del oro.

Cabe mencionar que la práctica de la pequeña minería conlleva al uso de recursos contaminantes y técnicas poco amigables con el medio ambiente, sistemas que quedaron en el pasado y que debido a la falta de apoyo tanto económico como de organismos mineros, no han podido innovar ni progresar con el tiempo; un factor también influyente es la poca capacitación e información entregada a los mineros y habitantes de la zona, quienes a pesar de todo el daño causado, no logran dimensionar el mal causado a su salud y al ecosistema.

Como uno de los principales contaminantes, tenemos al mercurio, que es considerado uno de los reactivos más tóxicos que existen en el mundo, al no ser utilizado de manera segura causa la contaminación ambiental y atmosférica por la emanación de vapores, los mismos que se precipitan al producirse las lluvias, situación que afecta a la agricultura y los ríos.

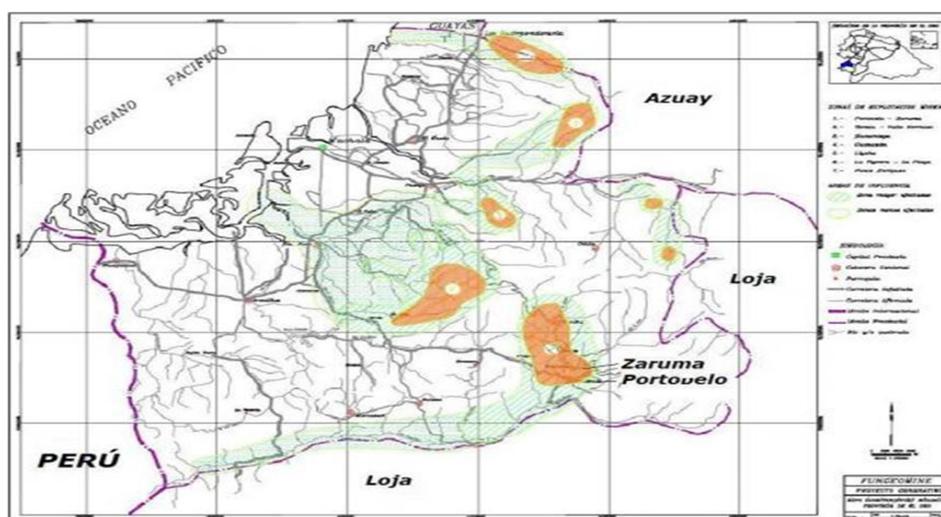
Siendo los mineros, quienes se encuentran permanentemente en contacto con el mercurio, por ser éste el principal recurso usado en el método de amalgamación para la recuperación del oro, el mismo que a pesar de ser económico es altamente contaminante, siendo éste el precio que ha tenido que pagar la comunidad y el ambiente.

1.2 Geografía

El Distrito Zaruma-Portovelo está conformado por el cantón Zaruma y el cantón Portovelo. El cantón Zaruma está ubicado en la parte sur-oriental de la Provincia de El Oro. Se encuentra a una altitud de 1.200 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con la Provincia del Azuay, al sur con el cantón Piñas, al este con el cantón Portovelo y al oeste con los cantones Chilla y Atahualpa.

El cantón Portovelo, está situado al sur este de la Provincia de El Oro, presenta una altitud aproximada de 600 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el cantón Zaruma, al sur con la Provincia de Loja: cantones Chaguarpamba y Catamayo, al este con la Provincia de Loja: Cantones Loja y Saraguro y al oeste con el cantón Piñas.

Gráfico 1.2: Mapa del Distrito Minero Zaruma Portovelo



Fuente: Foro Minerales

1.3 Actividades Económicas

La minería se considera como el principal motor económico de la zona, así lo señala el Censo de Población y vivienda del 2010 del INEC, que muestra que el 36,5% de la población de Portovelo, y el 26,2% de la población de Zaruma se dedican al desarrollo de esta actividad en sus tres escalas: la minería artesanal, la pequeña y la de gran escala.

Otras actividades que destacan son la ganadería, el comercio y la agricultura, en ésta última sobresale el cultivo de café, debido a que las condiciones geográficas de la zona contribuyen al desarrollo de su aroma, por el que es reconocido a nivel internacional. En menor grado, rubros como la enseñanza, construcción y transporte complementan la matriz ocupacional de la zona como se muestran en los gráficos 1.3 y 1.4.

Gráfico 1.3: Actividades económicas de Portovelo



Fuente: INEC - Censo de Población y Vivienda 2010

Gráfico 1.4: Actividades Económicas de Zaruma



Fuente: INEC - Censo de Población y Vivienda 2010

Zaruma, “La Sultana de El Oro”, es una ciudad que gracias a su arquitectura colonial y sus calles que suben y bajan, recibe a sus visitantes ofreciéndoles hermosos paisajes a su alrededor, rodeados de colinas y cascadas que pueden ser admiradas desde cualquier punto de vista, además sus hermosas casas que mantienen el diseño de principio de siglo son muestra de historia y cultura; estar ahí es como retroceder a la época republicana; la gastronomía no se queda atrás, aquí se encuentra el delicioso “tigrillo”, preparado con plátano verde cocido, leche, huevo y queso, que servido con carne de cerdo y una taza de café, es un manjar para todos. Entre sus fiestas importantes tenemos: la de la Virgen del Carmen, celebrada cada 16 de julio y el Festival Nacional del Café.

Portovelo con sus caudalosos ríos, vegetación diversa y sus montañas, es perfecto para un día de campo y excursión; en el Cerro San José se encuentran las estaciones del Vía Crucis y del cual se puede apreciar toda la ciudad ya que es el más alto de todos y que en abril de cada año son recorridas por devotos en procesiones; en agosto los peregrinos se preparan para iniciar desde la ciudad, la caminata hasta el Santuario de El Cisne, ubicado en Loja.

Algo atractivo son el lodo rico en minerales y las aguas termales de origen volcánico que el Río Amarillo ofrece. En la gastronomía de Portovelo se destaca el “repe”, exquisita sopa preparada con guineo verde. Esta ciudad recibió su nombre a partir de los que los mineros extranjeros encontraran gran parecido a Portobelo, Panamá.

1.4 Definición del problema

1.4.1 Planteamiento del problema

Existen deficientes métodos de recuperación de oro en el distrito minero Zaruma-Portovelo

1.4.2 Preguntas de Investigación

- ¿Cómo se podría maximizar los beneficios económicos de los mineros?
- ¿Cómo se podría recuperar oro sin utilizar mercurio?

1.4.3 Descripción del problema

Los principales problemas relacionados con el tema de investigación fueron reconocidos a través de entrevistas a profundidad hechas a expertos, mismas que permitieron conocer su apreciación respecto a la minería, sus técnicas y los efectos negativos del uso de mercurio.

Con los datos obtenidos se procedió a armar el Árbol de Causa y efectos donde prevaleció que el alto uso de mercurio en la minería es el principal problema que aqueja a la población, desencadenando una red de efectos tales como el impacto ambiental y el alto nivel de toxicidad de este recurso, que ha sido utilizado desde hace siglos sobretodo en la minería artesanal.

Sin embargo el uso de contaminantes no depende tan sólo de los mineros, la falta de capacitación y de apoyo económico a quienes se dedican a esta actividad, no les permite innovar y tener el conocimiento suficiente, por lo que siguen llevando a la práctica técnicas precarias y poco responsables con el medio ambiente.

El malestar en la comunidad es evidente, ellos alegan que no existen entes de control que velen por su bienestar y que la ayuda que necesitan es urgente ya que viven de esta actividad y de los productos que sus tierras les dan, por lo que deben evitar la contaminación y afectación con mercurio de sus ríos y alimentos.

Mediante el uso de la matriz de Vester (Gráfica 3.1) se permitió reconocer el problema crítico de los habitantes del distrito, destacándose la alta contaminación por el uso de mercurio y la afectación a la salud respaldándose con el árbol de causas y efectos explicada en el inciso anterior.

1.5 Objetivos del Proyecto

1.5.1 Objetivo General

Presentar una propuesta que permita maximizar los beneficios económicos en el proceso de recuperación de oro en el Distrito minero Zaruma – Portovelo.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Presentar una propuesta para la recuperación de oro sin utilizar mercurio
- Determinar los efectos del mercurio en la salud de las personas y medio ambiente.
- Identificar los factores socio económico de los mineros que influyen en el uso de las técnicas que actualmente son utilizadas.
- Identificar los beneficios económicos que el método ácido proporcionaría mediante su utilización.
- Realizar una relación beneficio/Costo del método de amalgamación y método ácido con el fin de medir su viabilidad.

1.6 Justificación

Mediante el análisis del árbol de medios y fines (tabla 3.4) se hizo frente a la problemática donde se pretende dar solución a los nudos críticos de nuestro árbol, para lo cual se seleccionó diferentes tipos de alternativas a escoger (ver tabla 3.5), seleccionando la opción de estudio de nuevas técnicas de recuperación de oro sin emplear mercurio, con la intención de seguir con los lineamientos planteados por el gobierno según la nueva reforma a la ley minera dada el 13 de junio del 2013.

Analizando los métodos de recuperación de oro empleados en las arenas de alto concentrado (arenas ricas), se estableció una alternativa la cual no incurra a altos costos pero al mismo tiempo que sea eficiente sin emplear mercurio para su efecto, disminuyendo la contaminación causada por este recurso y todo lo que esta situación arrastra: ríos y peces contaminados, personas y medio ambiente afectados.

Dicha técnica empleara ácido nítrico para su efecto, permitiendo a los pequeños mineros maximizar sus beneficios económicos recuperando un mayor porcentaje de oro. Además se tomara medidas precautelares con el medio ambiente gracias a la ayuda de la Sorbona, misma que permite neutralizar los vapores ácidos emitiendo a la atmosfera vapores limpios evitando la contaminación acida del ambiente (Hruschka, 1997).

1.7 Alcance del Estudio

En el presente proyecto se presentará un método alternativo para la recuperación de oro sin el uso de mercurio, que permitirá maximizar los beneficios económicos de los mineros del distrito e indirectamente mejorar su calidad de vida, así mismo se identificará los factores que inciden en el uso de mercurio como principal recurso en la recuperación de oro.

Se realizará una comparación económica de ambas técnicas de recuperación de oro y así poder determinar el más factible.

Además se pretende seguir con los lineamientos planteados por el gobierno según la nueva reforma a la ley minera dada el 13 de junio del 2013, en la cual el art 86 que menciona los daños ambientales se completa con el Art.17 que prohíbe el uso de mercurio en operaciones mineras.

CAPÍTULO 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1 La Minería en el Ecuador

Según Sandoval (2001), el Ecuador dentro de la pequeña minería ha tenido momentos importantes tales como:

1. La pequeña minería tiene lugar a fines de los años 70, después de la quiebra de las empresas internacionales CIMA (Compañía Industrial Minera Asociada) y SADCO (South American Development Company), quienes explotaron oro en la zona de Zaruma - Portovelo. Tras el quiebre de ambas empresas el índice del precio de oro se elevó y esto generó una descentralización de la administración minera. Los trabajadores de las empresas mineras se vieron afectados con esta situación y se convirtieron en pequeños mineros y mineros artesanales conservando las técnicas aprendidas, mismas que eran usadas en las empresas mencionadas anteriormente.
2. Después del suceso de CIMA y SADCO. Se crean dos nuevos distritos mineros: Nambija, mina aurífera ubicada en la amazonia ecuatoriana en la provincia de Zamora Chinchipe y Ponce Enríquez ubicada en la provincia de Azuay. Ambos distritos se crearon bajo la organización de cooperativas de mineros informales que apoyaban con un capital de trabajo proveniente de las actividades de agricultura y de la minería de pequeña escala.
3. En la década de los 90 vemos un mayor avance de la minería de pequeña escala debido a la consolidación de sus procesos productivos, nuevas formas de organización y enmarcamiento legal (Sandoval, Fabián, 2001).

Gráfico 2.1: Los principios de la minería en Zaruma – Portovelo

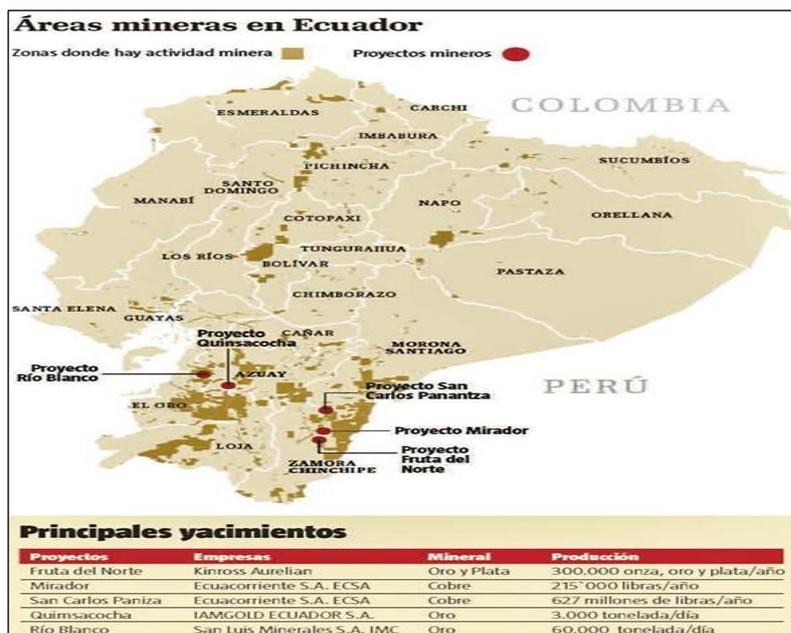


Fuente: Mina El Sexmo

2.2 La Minería en la Economía del Ecuador

Según declaraciones en el 2007 del Presidente Rafael Correa, basándose en información de empresas privadas, las reservas mineras en el país alcanzarían los 200.000 millones de dólares, sin embargo, encontramos al petróleo como la principal fuente de ingresos, versus 70.000 millones (Correa, 2007). Las reservas mineras en el país, según la Cámara del Sector da cuenta de 217.000 millones de dólares, en cobre los resultados son de 167.200 millones, plata 1.700 millones, mientras que en oro 22.500 millones (ECONOMÍA, 2013).

Gráfico 2.2: Áreas mineras del Ecuador



Fuente: Diario El Telégrafo

Entre las zonas con mayor concentración de potencial aurífero tenemos: Cañar, Zamora Chinchipe, Azuay y El Oro, siendo el último la más grande del país, especialmente el sector de Zaruma – Portovelo.

Con respecto a la inversión en el sector minero, entre los años 1990 – 2007 se observa un alto apoyo económico por la parte privada que puso a disposición 1.000 millones de dólares, en comparación con la inversión del Estado que fue de apenas 29,5 millones de dólares.

La producción de la minería artesanal se encuentra como una de las mayores en el país, sin embargo gran parte de esta satisface el mercado interno por lo que el aporte de las exportaciones ha sido muy bajo durante los últimos años, dicha participación fluctúa alrededor del 0,16% y el 0,54% del total de las exportaciones realizadas (VARELA, 2010).

Gráfico 2.3: Contribución Minera a las Exportaciones

RUBRO/AÑOS	2003	2005	2007	2008	2009	2010
Total exportaciones mineras	11.879	15.936	69.942	87.464	60.289	83.440
Total exportaciones	6.222.693	10.100.031	14.321.316	18.510.598	13.762.276	15.386.300
% exportaciones mineras/total	0,19%	0,16%	0,49%	0,47%	0,44%	0,54%

Fuente: Banco Central del Ecuador

En la actualidad, el gobierno busca realizar un cambio en la matriz productiva y energética del país, por lo que el Vicepresidente Glas, encargado de supervisar los sectores estratégicos, planea realizar un programa que permita legalizar y regular la artesanía minera, con la finalidad de apoyar el desarrollo de esta actividad que genera empleo a una gran cantidad de pobladores de zonas mineras. “Esa minería artesanal que cumple con las normas ambientales, esa minería de subsistencia tiene todo el respaldo del gobierno”, aseveró (PL, 2014).

2.3 El Mercurio: Principal Recurso en la Minería Artesanal

La pequeña minería puede llegar a una capacidad de extracción diaria de material de hasta 200 toneladas, que podrá ser vendido o procesado en plantas. En este tipo de minería encontramos dos sectores, la pequeña minería que se caracteriza por ser un poco más formal y la pequeña minería artesanal; en ambos casos se puede encontrar el escaso control en medidas de regularización, fiscalización y gestión ambiental (SÁNCHEZ & ENRÍQUEZ, 1996).

Según Olivero, Mendoza y Mestre quienes se refieren a la minería aurífera como una manera artesanal en su desarrollo, en el que se emplea mercurio metálico para obtener beneficios partir de los procesos necesarios, cada vez son más y más las personas que se influyen directa o indirectamente con esta actividad. Quebradas y ciénagas son lugares en las que pueden estar localizadas las minas (OLIVERO, MENDOZA, & MESTRE, 1995).

Para la extracción de oro, ya sea aluvial o de filón, el mercurio metálico es elemental. Cuando se lo trata de manera aluvial se forma una mezcla, conocida en este proceso como amalgama, la que junto con el oro granulométrico que se encontrará disperso en el río, luego el mercurio podrá ser lanzado al ambiente de dos maneras:

1. En forma de vapor durante la quema de la amalgama
2. En forma líquida a partir de los vertimientos a espacios con agua

La contaminación causada podría disminuir considerablemente si estos desechos fueran tratados. Como antes había sido mencionado, la inhalación es una vía por la que se puede retener mercurio en el cuerpo humano, la que alcanza a un 80% y que rápidamente llegará a la sangre y los tejidos cuando ya pasa a ser ion mercúrico luego de la oxidación.

Otra vía de contacto es cuando regresa al ambiente acuático, afectando a todos los organismos que viven en él, en este caso el mercurio inorgánico se transforma en metil-mercurio que será acumulado y llegará finalmente al hombre a través del paso en la cadena alimenticia (IDROVO, y otros, 2011).

2.4 El Mercurio en la Antigüedad

El mercurio, como menciona Veiga y Meech (1995) es uno de los 6 metales conocidos desde la antigüedad junto con el oro, plata, plomo, hierro y estaño, los cuales fueron empleados desde los inicios de las grandes civilizaciones humanas (Veiga & Meech, 1995).

“El mercurio, ha sido utilizado por casi todas las grandes civilizaciones tales como: la cultura china quienes usaban el cinabrio (sulfuro de mercurio), mineral rojo y brillante, en la fabricación de tintas y pinturas. Los romanos, también conocían el arte de la transformación del sulfuro a metal. Los antiguos pueblos llamaban al mercurio ágyros khytós, “plata derretida”, por su semejanza, en aspecto y color, con el metal noble. Los romanos llamaron al mercurio "argentum vivum", que significa "plata líquida" debido a que era el único elemento conocido que era líquido a temperatura ambiente y Dioscórides denominaba este elemento "agua de plata", lo que justifica el nombre latino del mercurio: hydrargyrum” (PALLARES, FERREIRA, & DURÁN, 2010) (Ferreira Faro et al., 2010, p.1).

2.5 Usos del Mercurio

En la época medieval los alquimistas usaban el mercurio, pues se creía firmemente en que se podía obtener oro mediante la mezcla de diferentes metales en proporciones ideales. Entre otros usos que se le dio al mercurio consta la producción de ungüentos y pomadas que se creía que podía prevenir enfermedades como: reumatismo, disentería y cólicos.

Aristóteles recomendaba este elemento diluido con saliva para tratar ciertas enfermedades de la piel. En algunos lugares los agricultores lo usaban para producir mejores cosechas. Sin conocer los efectos tóxicos que se podrían desencadenar con el uso del mismo (Ferreira Faro et al., 2010).

Un uso curioso que le dieron antiguamente al mercurio, fue en la India ya que era considerado como un efectivo afrodisíaco, por lo que era consumido en grandes cantidades, se pensaba que así se podría recuperar o elevar su rendimiento sexual. En Italia lo usaron como tratamiento en contra de los piojos y la sarna; mientras que en Arabia formaba parte de medicamentos para tratar enfermedades cutáneas (D'itri & D'itri, 1977) (Sunderman, 1988).

A inicio de los años 50, el mercurio pasó a ser considerado como un metal altamente contaminante pues muchos de los trabajadores del sector minero enfermaron gravemente e incluso se registró muerte por intoxicación debido al uso de este metal.

Un claro ejemplo de irresponsabilidad ambiental fue la gran tragedia ocurrida a mediados del siglo pasado, es considerada como una de las más grandes catástrofes medioambientales, debido a la intoxicación masiva que se produjo cuando la empresa petroquímica Chisso vertió mercurio, el cual era usado como catalizador en las costas de la bahía de Minamata, al sur de Japón, lo que dio lugar a la enfermedad de Minamata y que además dejó más de cien víctimas mortales (Curso Ambient, 2007 - 2008).

Actualmente el mercurio es utilizado en diversas industrias tales como: eléctrica, mecánica, manufacturera, siderúrgica, entre otras siendo la industria minera en la que se destaca su uso.

2.6 Riesgos del Mercurio

El mercurio es considerado como uno de los diez contaminantes tóxicos que causan efectos adversos en la salud debido a la magnitud de sus emisiones.

Su peligrosidad se destaca en la variedad de sus derivados y de las propiedades tanto fisicoquímicas como toxicológicas así mismo puede cambiar y ser más persistente, tóxico y de mayor movilidad en el ambiente como por ejemplo el metil-mercurio que se bioacumula y se concentra en la cadena alimenticia y que en el medio ambiente tiene dos orígenes: Fuentes antropogénicas que surge en las diversas fases de las industrias y Fuentes no antropogénicas que se producen por las emisiones de volcanes (Albert, 2013).

2.7 El Mercurio y su Toxicidad

Según Yarto Ramírez, Gavilán García, & Castro Días (YARTO, GAVILÁN, & CASTRO, 2004), el mercurio es un metal muy peligroso debido a su alta toxicidad y además es asimilado por los seres vivos. Vale recalcar que este metal se bioacumula, alojándose en tejidos y órganos.

La forma química, la cantidad, la vía de exposición y la vulnerabilidad de una persona a este metal son factores por los que el nivel de toxicidad podría variar en seres humanos y organismos.

El Mercurio es un elemento por lo tanto no puede descomponerse ni degradarse en sustancias inofensivas, siendo éste el principal problema que aqueja al medio ambiente ; su ciclo varía según el estado o la especie; el mercurio elemental tiene una

forma más simple y es reconocido por ser nocivo para el medio ambiente y los seres humanos.

La movilidad de este metal puede ser alta, de ésta manera podrá circular entre la superficie terrestre y la atmósfera, antes deberá ser liberado a partir de los minerales o a través de depósitos de combustibles fósiles y minerales que se encuentran en la corteza terrestre, que luego será emitido a la biosfera (ARANA ZEGARRA, 2009).

La alta toxicidad para el hombre y los organismos es algo que genera mucha preocupación; es poco peligroso sólo cuando se encuentra de manera metálica y en sales minerales, lo que no sucede cuando ya se transforma a compuesto orgánico y se bioacumula en los tejidos (ROLDÁN, 1992).

La agencia para la protección ambiental de los Estados Unidos USEPA, citado por (POSADA & ARROYAVE, 2006) considera que:

“el berilio y el mercurio son dos de los elementos más peligrosos, es decir, que son muy perjudiciales aun en pequeñas cantidades. De acuerdo con lo reportado por el Consejo de Defensa de los Recursos Naturales, el mercurio funciona como una neurotoxina una vez dentro del cuerpo humano, interfiriendo con el cerebro y el sistema nervioso. La exposición al mercurio antes del nacimiento y durante la infancia puede causar retraso mental, parálisis cerebral, sordera y ceguera. Incluso en dosis pequeñas, el mercurio puede afectar el desarrollo del niño, puesto que causa déficit de atención y problemas de aprendizaje. En los adultos, el envenenamiento por mercurio puede afectar adversamente la fertilidad y la regulación de la presión arterial, a más de causar la pérdida de la memoria y visión, temblor y entumecimiento de los dedos de manos y pies”.

2.8 Efectos tras la Exposición al Mercurio

El mercurio es considerado como uno de los principales contaminantes para la salud pública y son los pobladores expuestos a niveles bajos quienes se ven más afectados presentando alteraciones en el sistema nervioso, punto focal de ataque del metilmercurio, debido a su gran sensibilidad (MANCERA RODRÍGUEZ & ÁLVAREZ LEÓN, 2006).

Entre los efectos de la exposición aguda al mercurio inorgánico tenemos a la bronquitis o bronquiolitis erosiva con neumonitis intersticial. Cuando la exposición es crónica a bajos niveles se puede presentar: debilidad, fatiga, anorexia y disturbios gastrointestinales (micromercurialismo); el temblor en dedos, párpados y labios (signo clásico de la exposición crónica), todos estos problemas pueden verse acompañados por pérdida de la memoria, insomnio, excitabilidad, depresión y disturbios leves o súbitos de la personalidad (IDROVO, y otros, 2011).

Gran preocupación a nivel mundial ha generado la persistencia que tiene el mercurio en el medio ambiente además de su alta toxicidad, razón por la cual su utilización ha sido prohibida en algunos países (OLIVERO VERBEL & JOHNSON RESTREPO, 2002).

2.9 Ácido Nítrico

Como explica el señor Félix Hruschka El ácido nítrico se lo utiliza para la refinación del oro y plata, Durante el proceso se liberan gases nitrosos mismos que son dañinos para el ecosistema. Estos gases se pueden reducir siempre que se realicen dentro de una Sorbona la cual permite reducir el grado de toxicidad y liberar los gases neutralizados.

“El filtro consiste de un tanque de neutralización y un tanque de oxidación. En el tanque de neutralización, los gases nitrosos pasan por una ducha alcalina (agua con hidróxido de sodio). Los gases nitrosos, Que después de esta ducha todavía quedan, reaccionan en el tanque de oxidación con carbón de leña y urea”. (Hruschka, 1997)

2.10 Proceso con Ácido Nítrico

El ácido nítrico es un reactivo eficiente para abordar la disolución de los metales base y plata que puedan acompañar al oro; sin embargo, el oro contenido en el material de partida no debe exceder el 30% para no perder eficiencia en el proceso (científicas, 1995).

2.11 Métodos para evitar el uso del mercurio

Uno de los métodos propuestos para evitar la amalgamación es la concentración gravimétrica, combinados con la separación magnética. Para dicho método el concentrado se pone en un crisol, junto con bórax y otros agentes fluidificantes calentándolo a 1200 grados. Los recursos empleados se derriten y dan paso a un sistema sólido – líquido donde el oro se reúne en el fondo del crisol debajo de la escoria. Se recomienda remoler la escoria, y someterla a la concentración gravimétrica. (Anónimo)

2.12 El Impacto Medioambiental de la Minería Artesanal

En la minería existen factores para su explotación que alteran la armonía del medio ambiente, como ejemplo tenemos la alteración de la topología de la zona como resultado del movimiento de tierras para la extracción de los minerales, los residuos

tóxicos obtenidos al final de los procesos, la utilización de insumos nocivos y por último la liberación de sustancias químicas contaminantes que al concentrarse generan un impacto negativo en nuestro hábitat y por consiguiente en la salud humana.

La tecnología es una herramienta útil para contrarrestar este problema, técnicas nuevas o actualizadas y sistemas de manejo ambiental tienen como objetivo prevenir, controlar y reducir la contaminación, sin embargo la innovación de las técnicas no se encuentran al alcance de los mineros artesanales; ellos carecen de información sobre nuevos procesos, no cuentan con el capital suficiente ni tampoco tienen la ayuda del Estado para acceder a tecnologías alternativas y además desconocen totalmente la incidencia que tiene el bienestar ambiental en la salud humana (KURAMOTO, 2001).

“La ambición del oro no mide peligros” así es como lo afirma Rodrigo Murillo Carrión, quien destaca la alta peligrosidad producida no sólo por la exposición a químicos como el azufre, el cianuro que contaminan: aire, agua y tierra, además suma la inseguridad dentro de las minas sin ventilación al momento de las explosiones que por efecto causan deterioro en la salud de los mineros; alega como la codicia puede llevar a las personas a tener una mina abierta en la base de su casa, patios que se convierten en depósitos de tierras minerales, jardines que alimentan sus frutos con contaminantes y ríos inertes pintados de muerte; y manifiesta la necesidad de llevarse a cabo una investigación a fondo sobre las causas de la alta frecuencia de cáncer, muertes por envenenamiento y otros casos de contaminación (MURILLO CARRIÓN, 2000).

2.13 La Evolución de la Contaminación

El centro “Mercury Watch” se dedica a recopilar, analizar y publicar información acerca de las emisiones de mercurio producidas por la minería aurífera. En un estudio realizado este año, se fijó que el rango máximo de emisiones se encuentra entre 50 - 500 toneladas por año.

Los resultados arrojaron que Bolivia (120), Colombia (180), Ecuador (50) y Perú (70) son los países con emisiones más elevadas a nivel mundial, siendo una verdadera amenaza para todos debido a la alta toxicidad y su elevada permanencia en la atmósfera. En Ginebra se espera llevar a cabo un Tratado que busca reducir y, a largo plazo, eliminar la utilización del mercurio, motivo por el cual el centro envió sus resultados a

los delegados respectivos de los más de 100 países que esperan poner un alto a esta problemática (MERCURY WATCH).

Según José de Echave, encontramos países como Ecuador, Guatemala y Perú, los cuales muestran una “débil gobernabilidad” que se manifiesta tanto a nivel macro como a nivel sectorial. Instituciones vinculadas a la minería, a la gestión ambiental y a la promoción del desarrollo en estos países, no han sido del todo capaces para realizar una gestión óptima que permita manejar de manera adecuada y favorecedora los conflictos, transformándolo en una oportunidad. Por lo que considera que:

“el desafío por lo tanto es construir una institucionalidad acorde con las demandas actuales, que tenga una real capacidad de gestión para manejar la dimensión social y ambiental del desarrollo sostenible en las zonas de influencia de la actividad minera. Esto implica, por ejemplo, revisar el papel que han desempeñado diferentes dependencias estatales vinculadas con la problemática minera”. (Echave, 2003)

En gran parte de América Latina, todavía se mantienen técnicas precarias en la minería aurífera, un caso en particular es Perú "donde se usa mucho mercurio" y como en otros países de la región por cada porción de oro que se extrae se utilizan veinte de mercurio, según explicó en Ginebra la investigadora del Consejo del Oro Artesanal, Paleah Black Moher, además se refirió a las medidas de protección de los mineros, que en el caso del mercurio prácticamente son nulas debido a una propiedad química y exclusiva de este metal, lo que ocasiona que se "adhiera al cabello, la piel y la ropa durante días, lo que hace que el nivel de exposición sea muy elevado".(EFE, 2013)

CAPÍTULO 3

3 DISEÑO DE INVESTIGACION

En el presente capítulo se detalla el diseño metodológico que se llevó a cabo para nuestro estudio así como los procedimientos a utilizarse para obtener la información necesaria nuestro trabajo.

3.1 Determinación del Problema Crítico

3.1.1 Entrevistas a Profundidad

Los métodos cualitativos se apoyan en la “interpretación” de la realidad social, los valores, las costumbres, las ideologías y cosmovisiones se construirán a partir de un discurso subjetivo, ya que el investigador asignará un sentido y un significado particular a la experiencia del otro. (Robles, 2011)

3.1.1.1 Procedimiento de la entrevista

A continuación se detalla el procedimiento a utilizarse para realizar la entrevista a profundidad:

- a) Presentación formal por parte del entrevistador con el entrevistado explicando el tema de la entrevista.
- b) Indicar cuál es el motivo de la entrevista a profundidad.
- c) Establecer una relación entre el entrevistador y el entrevistado.
- d) Iniciar las preguntas de la entrevista.
- e) Expresar agradecimiento por la colaboración brindada.

3.1.1.2 Análisis de las entrevistas

Para la realización de la entrevista se tomó en cuenta a expertos en el tema de la minería y ambiente. En la tabla 3.1 se detallan los nombres de los entrevistados y el cargo que ocupan así mismo donde se encuentran laborando.

Tabla 3.1 Entrevistas a profesionales

Título	Nombre	Cargo - Institución
PhD.	Paúl Carrión	Director de Proyectos CYPAT
Ing. Geólogo	Bolívar Muñoz	
Dr. Químico Industrial	Juan Paucar	
Ing. Civil	Jorge Maldonado	Jefe de Proyecto Antucoya – Chile

Fuente: Elaborada por los autores

En nuestras entrevistas se destacan los principales problemas que nuestros entrevistados consideran han resurgido en la minería entre ellos los más importantes son: los métodos utilizados en la recuperación de oro, la contaminación ambiental y las alternativas para llevar una minería responsable.

Todos nuestros entrevistados consideraron que se debería plantear un nuevo método de recuperación de oro dada la gran toxicidad que causa el uso de mercurio, el cual es empleado en el método de amalgamación y ha sido una técnica usada desde la antigüedad debido a la falta de capacitación por parte de los gremios mineros y autoridades gubernamentales, así como la educación de los habitantes de la zona.

La principal causa por la que aún se continua usando el mercurio como principal recurso en la recuperación de oro es por la costumbre, pues es un método que ha trascendido durante años así mismo por desconfianza de nuevos métodos. Encerrando como principales factores a la costumbre y cultura. La falta de estudios en temas ambientales, de salud, educación y concientización es otro problema que planteó el PhD. Paúl Carrión (Anexo 1) pues no se muestra las terribles repercusiones que se está haciendo en el sector minero. Así mismo no existen planes de educación pues se requiere la educación de temas de biodiversidad y temas ambientales desde la escuela

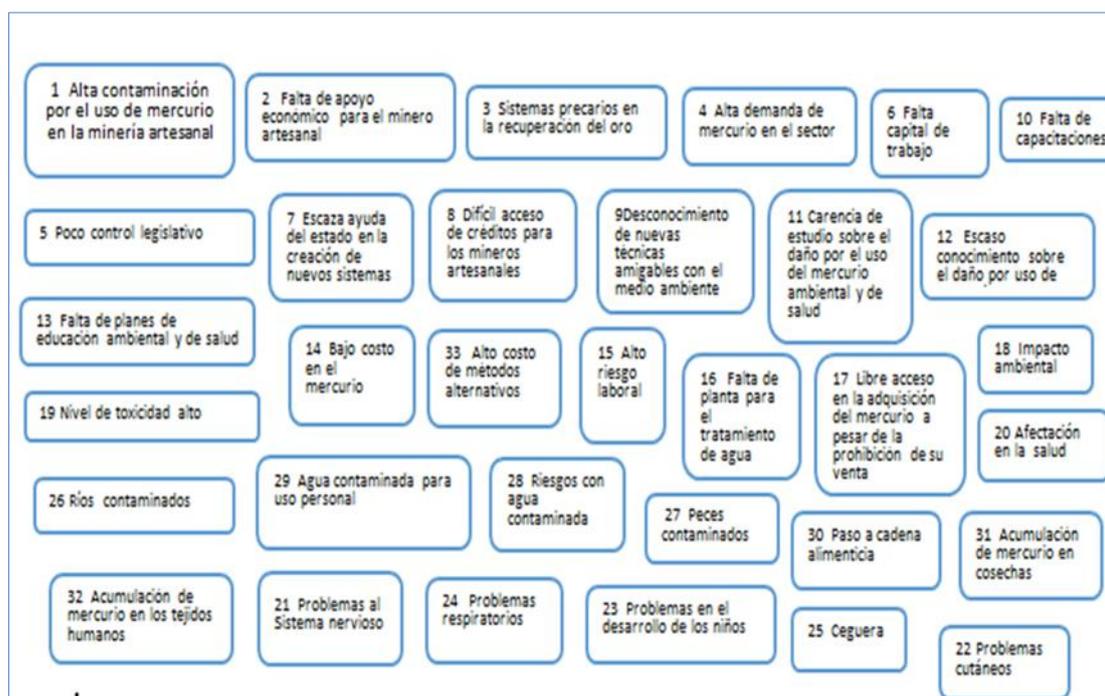
El otro problema en el que coincide el Ing. Bolívar Muñoz y el Dr. Juan Paucar es en la utilización del mercurio a libre acceso al no existir restricciones para su compra y utilización, una de las recomendaciones que el planteaba era la creación de barrera de importaciones para el mercurio y su venta.

Como último todos nuestros entrevistados dieron la recomendación de mostrar una nueva alternativa de recuperación que permita mejorar la calidad de vida de los habitantes no solo a nivel económico, también a nivel social.

3.1.2 Tarjeta de Problemas

Una vez realizadas nuestras entrevistas a profundidad se sacó los principales problemas que nuestros encuestados aportaban los cuales se mencionan a continuación:

Tabla 3.2 Tarjeta de Problemas



Fuente: Elaborada por los autores

3.1.3 Matriz de Vester

La matriz de Vester es un instrumento desarrollado para investigar las causas neurálgicas de un problema dado, se enumeran los problemas tangibles que se dan en una comunidad, sitio o lugar y se contrastan entre ellos asignándoles una numeración o puntaje. (Castro, 2012)

Entre los principales elementos que constituyen a la matriz de Vester tenemos:

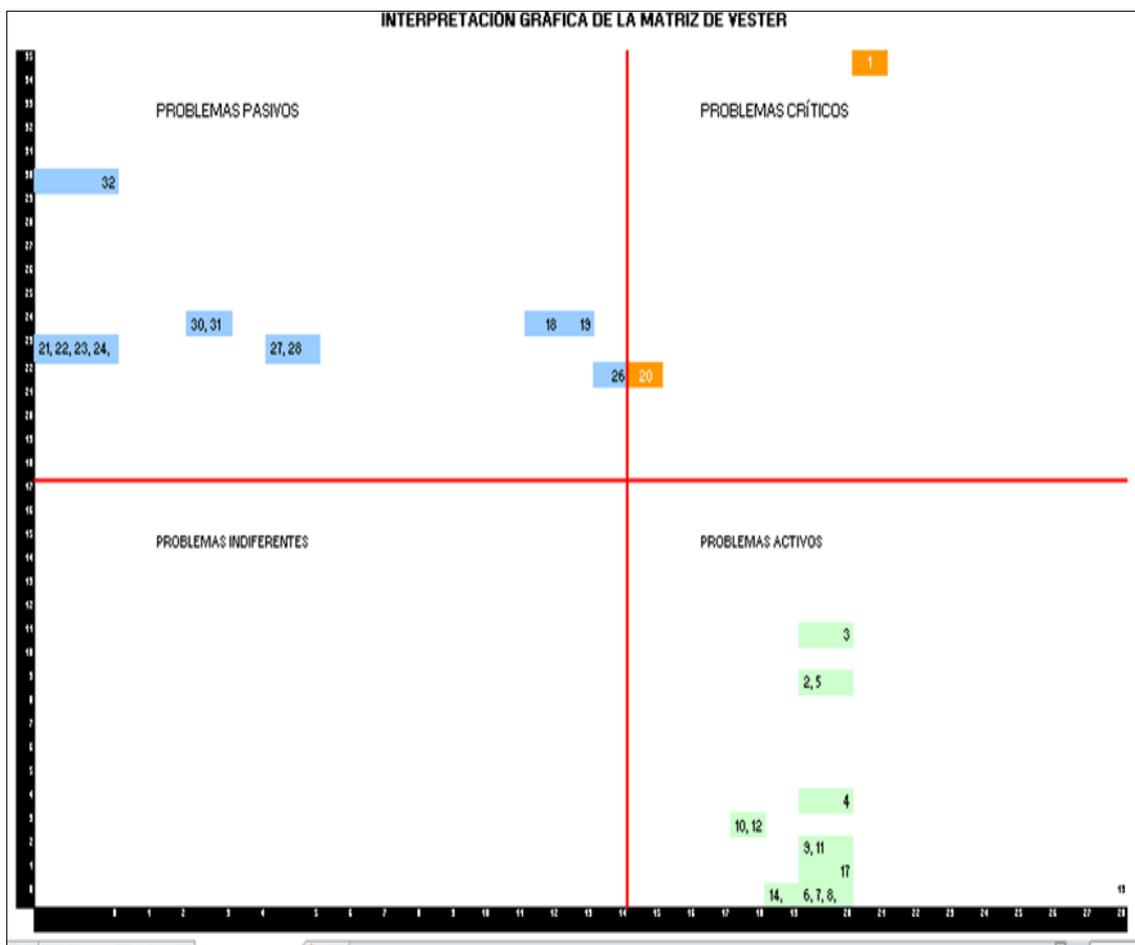
- Identificar problemas del tema
- Enumerar cada uno de los problemas
- Diseñar la matriz
- Incorporar los problemas dentro de la matriz
- Calificar el grado de causalidad de cada problema

En el Anexo 6 se detalla la matriz de Vester con los puntajes asignados a cada problema. El puntaje asignado corresponde a:

- Si no hay una relación causal se asigna un 0 (también se asigna 0 cuando se contrasta el problema consigo mismo).
- Si hay relación causal indirecta se asigna un 1.
- Si hay relación causal directa poco fuerte se asigna un 2.
- Si hay relación causal indirecta poco fuerte se asigna un 3.

En la gráfica 3.1 Se puede visualizar los problemas críticos entre los cuales consta la alta contaminación y la afectación en la salud.

Gráfica 3.1 Matriz de Vester



Fuente: Elaborada por los autores

3.1.4 Árbol de Causa y Efecto

Uno de los temas importantes en la formulación de los proyectos es la definición del problema y los objetivos del mismo; pero en nuestro medio es poco tratado, dado que no se cuenta con una metodología estandarizada. Para ello, el árbol causa y efectos se presenta como una técnica apropiada en esta labor. Utilizada, mayormente, en los proyectos de carácter social. (Valencia, 2002)

Causas

Las *causas directas* priorizadas son (ver tabla 3.3):

1. Falta de apoyo económico al minero artesanal.
2. Sistemas precarios en la recuperación de oro.
3. Alta demanda de mercurio en el sector
4. Poco control legislativo

Las *causas indirectas* son:

1. Falta de capital de trabajo.
2. Escasa ayuda en la creación de nuevos sistemas.
 - a. Difícil acceso a créditos para los pequeños mineros.
3. Desconocimiento de nuevas técnicas amigables con el medio ambiente.
4. Carencia de estudio sobre el daño ambiental y de salud causado por el mercurio.
 - a. Falta de capacitaciones.
 - b. Escaso conocimiento sobre el daño por uso de mercurio.
 - i. Falta de planes de educación ambiental y de salud.
5. Bajo costo del mercurio.
6. Alto costo de métodos alternativos.
7. Alto riesgo laboral.
8. Falta de planta para el tratamiento de agua.
9. Libre acceso en la adquisición de mercurio.

Efectos

Los *efectos directos* priorizados son:

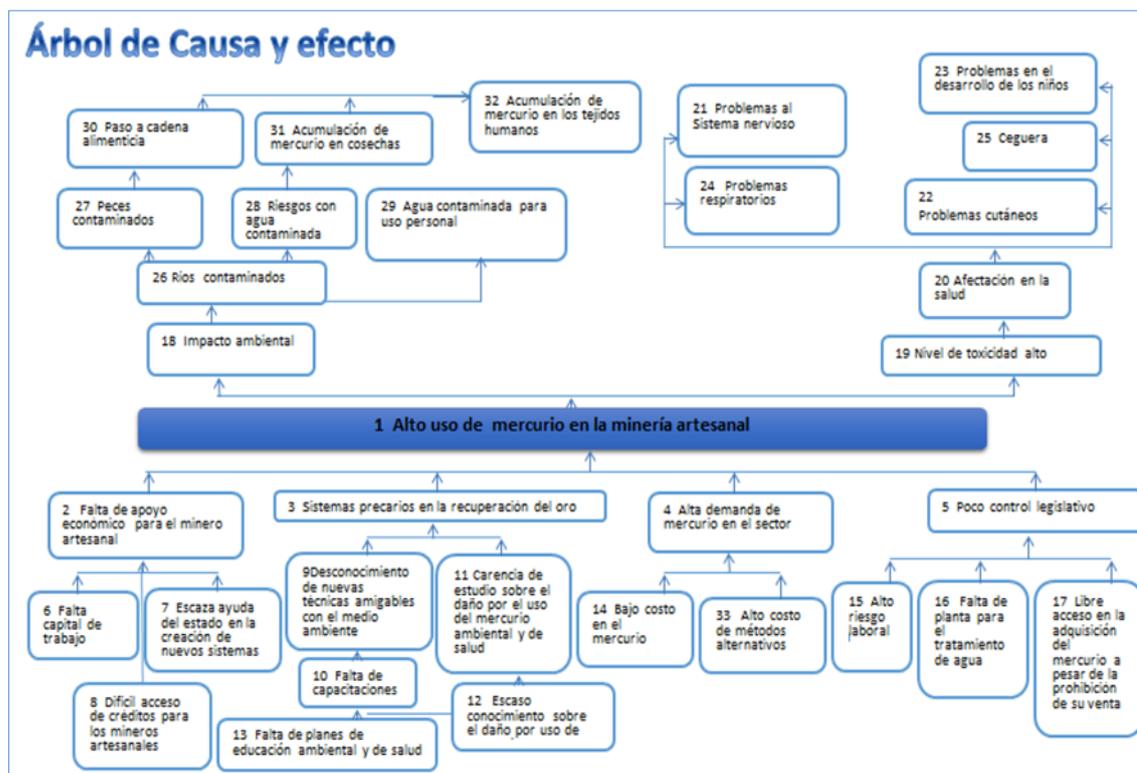
1. Impacto ambiental.

2. Nivel de toxicidad alto.

Los *efectos indirectos* son:

1. Ríos contaminados.
 - a. Peces contaminados.
 - b. Riesgos con agua contaminada.
 - c. Agua contaminada para uso personal.
 - i. Paso a cadena alimenticia.
 - ii. Acumulación de mercurio en las cosechas.
 - iii. Acumulación de mercurio en los tejidos humanos.
2. Afectación en la salud.
 - a. Problemas respiratorios.
 - b. Problemas cutáneos.
 - c. Ceguera.
 - d. Problemas en el desarrollo de los niños.
 - e. Problemas al sistema nervioso.

Tabla 3.3 Arbol Causa y Efecto



Fuente: Elaborada por los autores

3.1.5 Árbol de Medios y Fines

El Árbol de Objetivos es la versión positiva del Árbol de Problemas. Permite determinar las áreas de intervención que plantea el proyecto. Para elaborarlo se parte del Árbol de Problemas. Es necesario revisar cada problema que se presente de una manera negativa y convertirlo en un objetivo positivo, realista y deseable. Así, las causas se convierten en *medios* y los efectos en *fines* (Martinez & Cohen, 2004).

Medios

Los *Medios Directos* priorizados son (ver tabla 3.4):

1. Mayores beneficios económicos para el minero.
2. Mejores sistemas de recuperación de oro.
3. Reducir la demanda de mercurio en el sector.
4. Mayor control legislativo.

Los *Medios Indirectos* son:

1. Aumento de capital de trabajo.
2. Mayor ayuda del estado en creación de nuevos sistemas.
 - a. Fácil acceso de creación de créditos para los pequeños mineros.
3. Nuevas técnicas en las que no se emplee el uso de mercurio.
4. Mayores estudios sobre el daño por el uso de mercurio.
 - a. Mayor capacitación.
 - b. Conocimiento sobre el daño por uso del mercurio.
 - i. Incremento de planes de educación ambiental y de salud.
5. Costo controlado en el mercurio.
6. Subsidios en métodos alternativos.
7. Creación de planta para el tratamiento de agua.
8. Acceso restringido en la adquisición de mercurio.

Fines

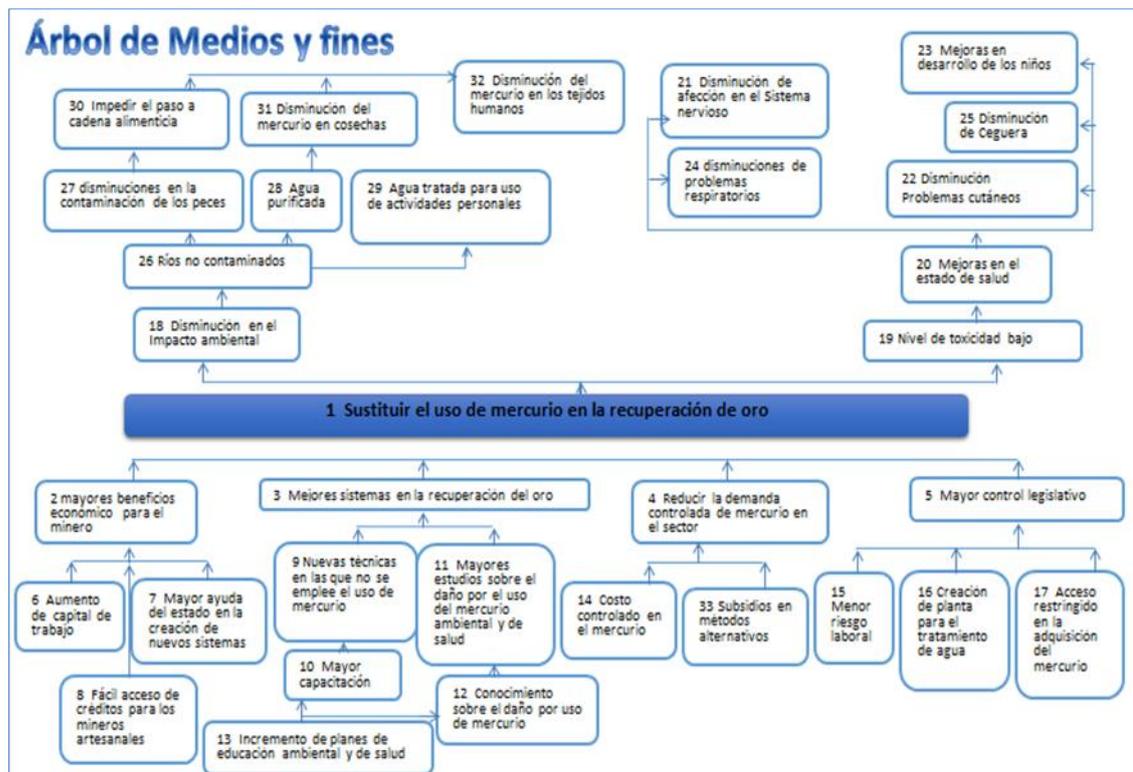
1. Disminución en el impacto ambiental.
2. Nivel de toxicidad bajo.

Los *efectos indirectos* son:

3. Ríos no contaminados.

- a. Peces no contaminados.
- b. Agua purificada.
- c. Agua tratada para uso personal.
 - i. Impedir paso a cadena alimenticia.
 - ii. Disminución de mercurio en las cosechas.
 - iii. Disminución de mercurio en los tejidos humanos.
- 4. Mejoras en la salud.
 - a. Disminución problemas respiratorios.
 - b. Disminución problemas cutáneos.
 - c. Disminución ceguera.
 - d. Disminución problemas en el desarrollo de los niños.
 - e. Disminución problemas al sistema nervioso.

Tabla 3.4 Árbol de Medios y Fines



Fuente: Elaborada por los autores

Evaluando los problemas del árbol causa y efecto (tabla 3.3) se pueden observar ciertos nodos, los cuales son una secuencia del problema, identificados a continuación: Nuestro principal nodo se forma por una secuencia de problemas. Como principal problema se puede observar los sistemas precarios en la recuperación de oro que desencadena una carencia de estudios del daño ocasionado por los métodos tradicionales, el desconocimiento de nuevas técnicas, la falta de capacitaciones, la falta de planes de educación ambiental y de salud y el escaso conocimiento sobre el daño por uso de mercurio.

3.1.6 Áreas de Intervención

Para cada base del árbol de Medios y Fines (ver tabla 3.4), se busca creativamente una acción que concrete el medio, esto se muestra a continuación en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Alternativas de Solución

CREACION DE SUBSIDIOS Y RESTRICCIÓN A LA VENTA DE MERCURIO.- Crear subsidio para nuevas técnicas que sean amigables con el medio ambiente y poner restricción a la venta de métodos contaminantes para reducir el impacto ambiental y la afección de la salud.

IMPLEMENTAR UNA PLANTA COMUNAL PARA LA RECUPERACION DEL ORO.- Creación e implementación de una planta comunal para que los pequeños mineros que no cuentan con los recursos necesarios puedan hacer uso en sus actividades de

CREAR PLANES DE CAPACITACION.- Crear planes para capacitar a los mineros y a la ciudadanía sobre los daños ambientales y de salud que ocasiona el uso del mercurio.

CREDITO PARA MINEROS ARTESANALES.- Creación de un sistema que permita la obtención d créditos para los pequeños mineros y los mineros artesanales que no cuentan con el suficiente capital de trabajo.

CREAR PLANES DE CAPACITACION.- Crear planes para capacitar a los mineros y a la ciudadanía sobre los daños ambientales y de salud que ocasiona el uso del mercurio.

ESTUDIO DE NUEVAS TECNICAS QUE NO EMPLEEN MERCURIO.- Hacer un estudio de nuevas técnicas que no empleen mercurio en la recuperación de oro y que puedan implementarse en el Distrito Zaruma - Portovelo.

Fuente: Elaborada por los autores

3.1.7 Marco Lógico

La Metodología de Marco Lógico es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas. (Prieto, 2005)

3.1.7.1 *Objetivo de desarrollo*

Como objetivo principal en nuestro marco lógico consta: Disminuir el uso de mercurio en la recuperación de oro en la zona.

3.1.7.2 *Resultados*

Se relacionan a los componentes y definitivamente son los cambios concretos en los objetos o sujetos de intervención que deben lograrse para alcanzar los objetivos superiores.

R1: Definir la mejor alternativa para recuperar oro artesanalmente en la zona

R2: Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona

R3: Mejorar el medio ambiente de la zona

R4: Adecuación de los sistemas de las plantas procesadoras de la zona

R5: Lograr que los habitantes demuestren su interés con la problemática

La matriz de marco lógico más detallada se muestra a continuación en la tabla 3.6, con su respectivo objetivo general, propósitos, componentes y actividades.

Tabla 3.6 Marco Lógico

		Nivel de Objetivo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin		Disminuir el uso de mercurio en la recuperación de oro en la zona	Índices de importaciones de mercurio	Informes por medio de aduana	Que el gobierno no elimine la minería artesanal
Propósitos	1	Definir la mejor alternativa para recuperar oro artesanalmente en la zona	Medir la eficiencia de la alternativa propuesta	Nivel de Satisfacción encuesta	Que la alternativa propuesta sea exitosa
	2	Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona	Nivel de satisfacción de los habitantes de la zona	Encuesta, Examinación de los habitantes	Que los habitantes de la zona participen
	3	Mejorar el medio ambiente de la zona	Disminución de uso de metales peligrosos (mercurio)	Encuestas a los mineros	Que disminuya el nivel de contaminación de la zona
	4	Adecuación de los sistemas de las plantas procesadoras de la zona	Mejoría en las instalaciones	Técnicos en el tema	Que los dueños de plantas participen
	5	Lograr que los habitantes demuestren su interés con la problemática	Ver el número de habitantes que sientan interés	Encuesta directa	Que las encuestas hechas sean exitosas

	Componente	Ayuda Económica	Conocer si las autoridades prestan ayuda económica a los mineros de la zona	Encuesta a los mineros de la zona	Que las autoridades competentes brinden ayuda económica al sector minero
	Componente	Plan de financiamiento	Conocer la mejor alternativa posible	Medir el nivel de satisfacción de los mineros mediante encuesta	Que se elabore una buena propuesta financiera
	Componente	Que se lleve a cabo una minería responsable con el medio ambiente	Conocer cómo se encuentra el medio ambiente de la zona	Análisis por expertos	Que los mineros de la zona participen directamente
	Componente	Planes de Trabajo	Conocer la mejor alternativa	Medir el nivel de satisfacción de los mineros mediante encuesta	Que se elabore una buena propuesta de trabajo
	Componente	Motivar el conocimiento del estado del ecosistema de la zona	Conocer si la población de la zona tiene idea de la problemática	Encuestas	Que los habitantes de la zona participen directamente
	Componente	Entrevista a los mineros de la zona respecto a la problemática	Investigar si conocen el daño que le están causando al ecosistema	Entrevistas	Que los mineros emitan su testimonio
	Componente	Aplicación de nuevas propuestas para recuperar oro	Cuantificar la eficiencia de dichas propuestas	Resultados de las ejecuciones de las mismas	Contar con la participación de expertos en el tema
	Componente	Medir el nivel de consecuencias que existen por la utilización de métodos precarios	Ver el nivel de contaminación de la zona	Análisis de suelos y ríos de la zona	Contar con la tecnología adecuada
	Componente	Conocer las ventajas de llevar un sistema que permita recuperar mayor porcentaje de oro	Saber el porcentaje de oro que recuperan actualmente en la zona	Producción en gramos de oro	Que los mineros de la zona nos permitan saber esa información
	Componente	Crecimiento de la concientización de los involucrados	Nivel de motivación de los involucrados	Encuestas realizadas	Que los involucrados participen
	Actividad	Contar con expertos en el tema	Número de expertos participantes	Informes de los participantes	Participación de los mismos
	Actividad	Ofrecer charlas a los mineros de la zona con temas referentes a la problemática	Número de mineros participantes	Informes de los conferencistas	Que los mineros de la zona participen
	Actividad	Realizar la recuperación de oro por el método propuesto	Participación del Dr. Juan Antonio Ramón y autores del proyecto	Informe detallando el nivel de éxito de recuperación de oro y plata	Que nos faciliten una planta de beneficio en la zona
	Actividad	Realizar una comparación de eficacia entre el método que actualmente se emplea en la zona y el propuesto	Participación del Dr. Juan Antonio Ramón y autores del proyecto	Informes de los resultados	Que se cuente con el material aurífero

Actividad	Brindar asesoramiento técnico a los mineros de la zona	Número de mineros asesorados	Informes de los asesores	Que nos proporcionen un local para llevar el efecto
Actividad	Trabajar conjuntamente con las alcaldías de la zona	Participación de las alcaldías competentes	Informes de las alcaldías y autores del proyecto	Que las alcaldías participen
Actividad	Promover el método ácido como método de recuperación en la zona	Dr. Juan Antonio Ramón y autores del proyecto	Encuesta para conocer el grado de satisfacción de la alternativa propuesta	Que se lleve a la práctica el método propuesto
Actividad	Trabajar conjuntamente con las autoridades de salud	Participación del centro de salud y autores del proyecto	Informes conjuntos	Que se cuente con la ayuda del centro de salud y sus colaboradores
Actividad	Dar charlas a los administradores de plantas de procesamiento	Número de asistentes a las charlas	Informe de los conferencistas	Que se cuente con un local para llevar a cabo las charlas
Actividad	Elaboración de gigantografías con la descripción de la problemática	Participación de los autores del proyecto	Número de gigantografías	Que se cuente con el capital para su realización
Actividad	Publicación en la prensa local describiendo los riesgos del mercurio	Número de publicaciones realizadas	Periódicos de la zona	Contar con el apoyo económico de los municipios de la zona
Actividad	Hablar sobre los riesgos del mercurio en uno de los canales de la zona	Participación de los autores del proyecto	Canal de la zona	Que nos permitan ir al canal
Actividad	Realizar cunas radiales en las emisoras de la zona con los riesgos que tiene el uso indebido del mercurio	Número de cunas radiales difundidas	Emisoras de la zona	Que se cuente con el capital para llevarla a cabo
Actividad	Entrevista con un médico ocupacional para saber del índice de mortalidad a causa de la minería	Participación de un médico de la zona	Entrevista e informe	Que se cuente con una video grabadora
Actividad	Entrevista con un gremio minero para tratar temas referentes a la problemática	Participación del gremio minero	Entrevista e informe	Que se obtenga una cita con el representante de un gremio minero
Actividad	Entrevistas a habitantes de la zona para saber si conocen acerca de la problemática.	Número de habitantes encuestados	Entrevistas e informes	Que los habitantes de la zona participen directamente
Actividad	Promover campañas ambientales en los centros educativos de la zona	Número de estudiantes involucrados con el proyecto	Informes	Que las autoridades educativas nos permitan llevar a cabo esta campaña
Actividad	Talleres de capacitación para los mineros de la zona	Número de personas que se capacitaron	Informe del capacitador	Que las personas relacionadas con la minería participen
Actividad	Realizar un debate entre mineros y expertos en el tema	Número de mineros y expertos participantes	Auditorio público	Que se pueda contar con la presencia de los participantes
Actividad	Creación de un grupo con jóvenes de la zona dispuestos a cuidar el medio ambiente	Número de jóvenes participantes	Informes de los participantes	Que los jóvenes de la zona participen

Fuente: Elaborada por los autores

3.2 Hipótesis

- **Definir la mejor alternativa para recuperar oro**

H0: El uso de ácido nítrico como alternativa para recuperar oro no es eficiente.

H1: El uso de ácido nítrico como alternativa para recuperar oro es más eficiente.

- **Mejorar la calidad de vida de los habitantes**

H0: El cambio de método para la recuperación de oro no mejorará la calidad de vida de los habitantes.

H1: El cambio de método para la recuperación de oro mejorará la calidad de vida de los habitantes.

- **Mejorar el medio ambiente de la zona**

H0: No es posible mejorar el medio ambiente de la zona con nuevas técnicas

H1: Es posible mejorar el medio ambiente de la zona con nuevas técnicas

- **Adecuación de los sistemas de plantas procesadoras**

H0: No es posible tecnificar las plantas de procesamiento

H1: Es posible tecnificar las plantas de procesamiento

- **Lograr que los habitantes demuestren su interés con la problemática**

H0: Los habitantes no se involucrarán con la problemática actual a causa de los métodos usados

H1: Los habitantes se involucrarán con la problemática actual a causa de los métodos usados

3.3 Objetivos de la investigación

- Crear una nueva alternativa para la recuperación de oro en la zona del distrito minero Zaruma-Portovelo.
- Ofrecer a los habitantes una nueva opción para mejorar su calidad de vida e incrementar sus beneficios.
- Permitir una mejora en el ambiente al dejar de usar mercurio en la recuperación de oro.
- Mejorar las instalaciones de las plantas procesadoras.
- Concientizar a los habitantes del problema que se está generando por los métodos tradicionales de la minería.

3.4 Tipos de Investigación

Para la realización de este proyecto se llevó a cabo diversos tipos de investigación que se detallan a continuación:

- **Exploratoria:** debido a la poca información que existe sobre el tema en la zona, el objetivo es examinar a fondo este problema, identificando cuáles son los factores que influyen en la utilización de estas técnicas y finalmente dar paso a futuras investigaciones. Este tipo de investigación se utilizó para identificar los antecedentes del tema expuesto, conseguir sugerencias y documentar experiencias ver anexo 1, 2, 3 y 4.
- **Descriptiva:** obtenido a partir de la recopilación, presentación y caracterización de los datos adquiridos en las encuestas realizadas en el sector minero de Portovelo (muestra), los datos fueron procesados y analizados con el software SPSS, lo que permitió interpretarlos en variables para la realización del estudio.

3.5 Método de Investigación

Se utilizó el método cualitativo para poder analizar las diferentes opiniones obtenidas de los involucrados y cuantitativo por considerarse indispensable tanto para el análisis los datos obtenidos como también factores de tipo numérico encontrados a través de fuentes externas.

3.5.1 Técnicas e Instrumentos de Investigación

Como técnica de investigación se utilizó una encuesta y entrevistas a profundidad. El instrumento de recolección de información es el cuestionario, el cual está conformado por 43 preguntas con escalas nominales u ordinales o de Likert donde 1 (totalmente desacuerdo – 5 totalmente de acuerdo). Las encuestas se realizaron a personas mayores de 20 años en adelante y se realizó por el método sistemático y por juicio del investigador, en tanto, las entrevistas se realizaron a expertos en temas de minería.

3.5.2 Fuentes de Información

Para la realización de este proyecto se tomaron diversas fuentes de información como fuentes primarias y secundarias, detalladas a continuación:

Fuentes Primarias.- La cuales están realizadas directamente a expertos en el tema expuesto.

Herramientas Adicionales.- Detallaremos las herramientas utilizadas para el análisis:

- Matriz de Vester
- Árbol de Problemas
- Árbol de Medios y fines
- Matriz marco lógico

Fuentes Secundarias.- Como fuentes secundarias se puede mencionar los siguientes medios utilizados:

- Papers de revistas especializadas.
- Trabajos previos sobre el sector en estudio.
- Tesis de grados.
- Publicaciones on line.
- Páginas de internet.

3.5.3 Población y Muestreo

3.5.3.1 Población

La población a considerar son los habitantes del distrito minero Zaruma – Portovelo según el último censo (INEC, 2010) cuenta con un total de **36.297** habitantes los cuales se considerará para determinar la muestra.

3.5.3.2 Muestra

Para calcular el tamaño de la muestra se aplicará la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

Dónde:

N, es el Tamaño de la Muestra = 36.297

α, Nivel de Confianza = 95%

e, el Error de la muestra = 5%

p, la probabilidad de éxito = 50%

q, la probabilidad de fracaso = 50%

z, *valor crítico de z = 1.96*

3.5.4 Formato de Encuestas

Para realizar el formato de las encuestas se realizó un cuestionario de 43 preguntas, que constaba con preguntas básicas como edad, sector, género, nivel de educación, lugar donde reside, luego tenemos preguntas de percepción tales como actividad importante del sector, si el mercurio es contaminante entre otras. Así mismo se les hacía preguntas con escala de Likert donde tomaba valores (1 totalmente desacuerdo al 5 totalmente de acuerdo) con las cuales se podrá realizar la regresión múltiple y la prueba inter-factores (ANOVA) usando el programa estadístico SPSS, El formato de la encuesta y resultados lo encontrara en el Anexo 7.

3.6 Procesamiento de Datos

Los datos se ingresaran y procesaran en el software estadístico SPSS. Se realizara, un análisis factorial para determinar las variables explicativas para nuestro modelo, además, se determinara la fiabilidad de los datos recogidos mediante el instrumento de medición (encuesta).

Con las variables resultantes del análisis factorial, se determinara, las variables independientes y del cuestionario se determinara la variable dependiente del modelo.

Finalmente se contrastara las hipótesis con el Análisis Univariante, para comprobar si la variación de las variables independientes tiene relación con la variable dependiente.

3.7 Descripción de las variables

- Componente 1 **Impacto Ambiental:** Se evaluó si los procesos usados en la recuperación de oro influyen negativamente en el ambiente
- Componente 2 **Nivel de conocimiento ambiental:** Se evaluó el conocimiento de las personas en temas ambientales.
- Componente 3 **Métodos de Recuperación:** Se evaluó si estaban de acuerdo en la utilización del método propuesto (ácido nítrico) para la recuperación de oro.
- Componente 4 **Gestión Ambiental:** Se evaluó si las personas estaban de acuerdo con la participación de las autoridades en la minería.
- Componente 5 **Riesgo socio Ambiental:** Se evaluó el grado de importancia de para desarrollar una minería con las adecuaciones correspondientes sin que esta actividad afecte la salud de los pobladores.
- Componente 6 **Minería responsable:** Se evaluó el grado de importancia de las personas respecto a que tan importante es para ellos que se desarrolle la minería de manera responsable.
- Componente 7 **Incertidumbre ambiental:** Se evaluó si las personas de la zona son conscientes del daño que se les está causando debido al uso del mercurio como principal insumo en la recuperación de oro.

- Componente 8 **Procesos Utilizados:** Se evaluó si las personas estaban de acuerdo que los métodos empleados por los mineros ponen en riesgo la calidad de vida de sus habitantes.
- Variable Dependiente **Mercurio afecta a la salud:** Se evaluó si las personas creen que el mercurio al ser utilizado en la pequeña minería trae repercusiones en la salud de los mineros quienes perciben este material de manera directa y los habitantes quien lo perciben de manera indirecta.

CAPITULO 4

4 ESTUDIO TÉCNICO

4.1 Introducción

En este capítulo se tomara en cuenta el tipo de inversión identificando los equipos e infraestructura y la cuantía necesaria para la puesta en marcha de las labores mineras.

También se analizará técnicamente los pasos a seguir para la extracción de material aurífero desde la mina y cada uno de los procesos recuperación de oro, tanto el método propuesto (acido) como los empleados actualmente empleados por los pequeños mineros.

4.2 Localización

El presente proyecto tiene como finalidad presentar una alternativa de recuperación de oro en el distrito Zaruma-Portovelo perteneciente a la provincia del Oro, alternativa que permitirá maximizar los beneficios económicos de los pequeños mineros de la zona, dejando de utilizar mercurio, el mismo que es catalogado altamente toxico a nivel mundial.

4.3 Inversión

- Inversión en mina
- Inversión en oficinas

4.3.1 Inversión en mina

Consiste en la infraestructura dentro y fuera de la mina, se deberá tomar en cuenta todos los costos a los que los mineros van incurrir para poder empezar a explotar la misma, y así poder obtener cuarzo (material aurífero).

En infraestructura que se debe realizar en la mina para poder empezar con labores mineras tenemos costos tales como: Adquisición de terreno, construcción de tolvas, bodegas, construcción de polvorín, entre otros.

4.3.1.1 Adquisición de Terreno

Con los respectivos estudios del terreno, se empezará con la elaboración de un frontón (túnel) en caja (tierra sin valor) hasta llegar a la veta mineralizada, una vez que se llega a la misma se procede a la explotación de la misma obteniendo cuarzo (material aurífero).

Gráfico 4.1: Terreno Mina



Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.2 Tubería

La tubería utilizada (como se muestra en el gráfico 3.2) servirá para transportar aire bajo presión con la ayuda del pulmón desde el compresor a los frentes de trabajo donde se encuentra la veta, la misma que se trabajara para ello utilizan máquinas de barrenar.

Gráfico 4.2: Tubería



Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.3 Rieles

Los rieles son las guías para que los carros de mina puedan deslizarse tecnología similares a los rieles de los trenes, de esta manera se podrá transportar el cuarzo (material aurífero), fuera de la mina para poder ser almacenado en las tolvas.

Gráfico 4.3: Rieles



Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.4 Construcción de Tolvas

La función de la tolvas es de almacenar cuarzo (material aurífero), una vez que el mismo es extraído del interior de la mina es depositado para su posterior traslado a los molinos con ayuda de una volqueta y empezar así con el procesamiento minero.

Gráfico 4.4: Tolvas



Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.5 Polvorín

La construcción de un polvorín es indispensable en la mina para poder almacenar los explosivos ya que sin el mismo no se podrá obtener el permiso para la compra de estos, estos explosivos son la parte fundamental para la explotación dentro de la mina como lo son: fulminantes, mecha, pólvora, etc.

Gráfico 4.5: Polvorín

Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.6 Construcción de Bodegas

Las bodegas servirán para almacenar los distintos insumos mineros los mismos que se ocuparan dentro y fuera de la mina como lo son: barrenos o varillones de perforación, brocas de mina, repuestos en general para las máquinas de barrenar y el pie de avance o soporte de la máquina de barrenar, filtros para compresor, aceites y más.

Gráfico 4.6: Bodegas

Fuente: Elaborada por los autores

También es necesaria la adquisición de equipos que se utilizaran dentro y fuera de la mina tales como: Compresor, carros de mina (burras), winche, máquinas de barrenar, pies de avance o soporte para la máquina de barrenar, entre otros.

4.3.1.7 Compresor Atlas Copco 375 CFM

El compresor es un equipo primordial en la mina ya que el mismo genera presión de aire, el cual es enviado a un pulmón, el cual aumenta a su vez la presión de aire generado el cual es enviado dentro de la mina, de esta manera se podrá hacer funcionar a las máquinas de barrenar para perforar la roca e la veta y así seguir en la explotación.

Gráfico 4.7: Compresor Atlas Copco 375 CFM



Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.8 Pulmón de Aire

El pulmón de aire es de gran ayuda, su función es de almacenar aire comprimido el mismo que es generado por el compresor, y enviarlo a los frentes de trabajo con una alta presión para mover las máquinas de barrenar poder trabajar. También ayudara que el compresor no se esfuerce demasiado.

Gráfico 4.8: Pulmón de Aire



Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.9 Máquina de barrenar Atlas Copco YT27

Las máquinas de barrenar son de importancia con la ayuda de estas se procede a realizar agujeros en la veta para posteriormente colocar explosivos en los mismos, lo cual causara el desprendimiento de cuarzo (material aurífero) de esta manera los mineros comienzan a la explotación de la mina.

Gráfico 4.9: Máquina de barrenar Atlas Copco YT27



Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.10 Carros de Mina (burras)

Los carros de mina (burras) sirven para transportar el cuarzo (material aurífero), producto de las barrenaciones fuera de la mina hacia las tolvas donde será almacenado, los mismos son de gran ayuda ya que facilita la extracción del material y se disminuyen los gastos de personal.

Gráfico 4.10: Carros de mina



Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.11 Extractor de aire (fragua)

Cuando se realizan las explosiones dentro de la mina se genera gas dentro de la misma, por lo que con la ayuda del extractor de aire (fragua) vamos a enviar el gas a la línea principal, el mismo que saldrá fuera de la mina esto es necesario para que puedan transportar el cuarzo (material aurífero) a las tolvas de almacenamiento.

Gráfico 4.11: Extractor de Aire

Fuente: Elaborada por los autores

4.3.1.12 Winche

El winche sirve para levantar cuarzo (material aurífero) cuando se trabaja a pozo el mismo tendrá la capacidad de subir 1.5 toneladas a la línea principal donde llegan los carros de mina, los mismos que van a transportar el material a las tolvas de almacenamiento.

Gráfico 4.12: Winche

Fuente: Elaborada por los autores

4.3.2 Inversión en oficinas

La inversión que se va a realizar en las oficinas será lo necesario para que el área administrativa pueda llevar un control estricto de toda la mina, así como tener en regla todos los documentos exigidos por los diferentes organismos de control. Las mismas contarán con: computadores, sillas, escritorios, archivadores, entre otros.

4.4 Descripción del proceso en la mina

El proceso de extracción de cuarzo (material aurífero), se logra con la ayuda de barrenaciones en veta, las mismas que se llevan a cabo utilizando barrenos de 1.20 o 1.60 que son los más comunes empleados en la zona, una vez que estén realizadas las perforaciones pertinentes se procede a colocar los explosivos dentro de los agujeros, luego de la explosión se utilizara un extractor de aire (fragua) haciendo que el gas producto de la misma salga fuera de la mina. Con la ayuda del winche vamos a levantar 1.5 toneladas de material a la línea principal donde se encuentran los carros de mina (burras), con la ayuda de estos vamos a transportar el material hacia las tolvas de almacenamiento y así sucesivamente hasta retirar por completo el material. En las tolvas vamos a proceder a clasificar el material según con su contenido de metales: veta y caja.

4.4.1 Veta

Es la parte “económicamente atractiva” para su explotación (con alto contenido polimetálicos), lo cual será enviada a ser procesada para su posterior recuperación de metales como lo son: Oro, plata, cobre, zinc, etc.

Gráfico 4.13: Veta



Fuente: Elaborada por los autores

4.4.2 Caja

Es la roca o tierra que rodea a la veta y no tiene nada de contenido metálico por ende no es de utilidad para ser procesado y es enviado a las escombreras o botaderos; puede ser ocupado como cascajo, una especie de piedra para lastrar las vías.

Gráfico 4.14: Caja



Fuente: Elaborada por los autores

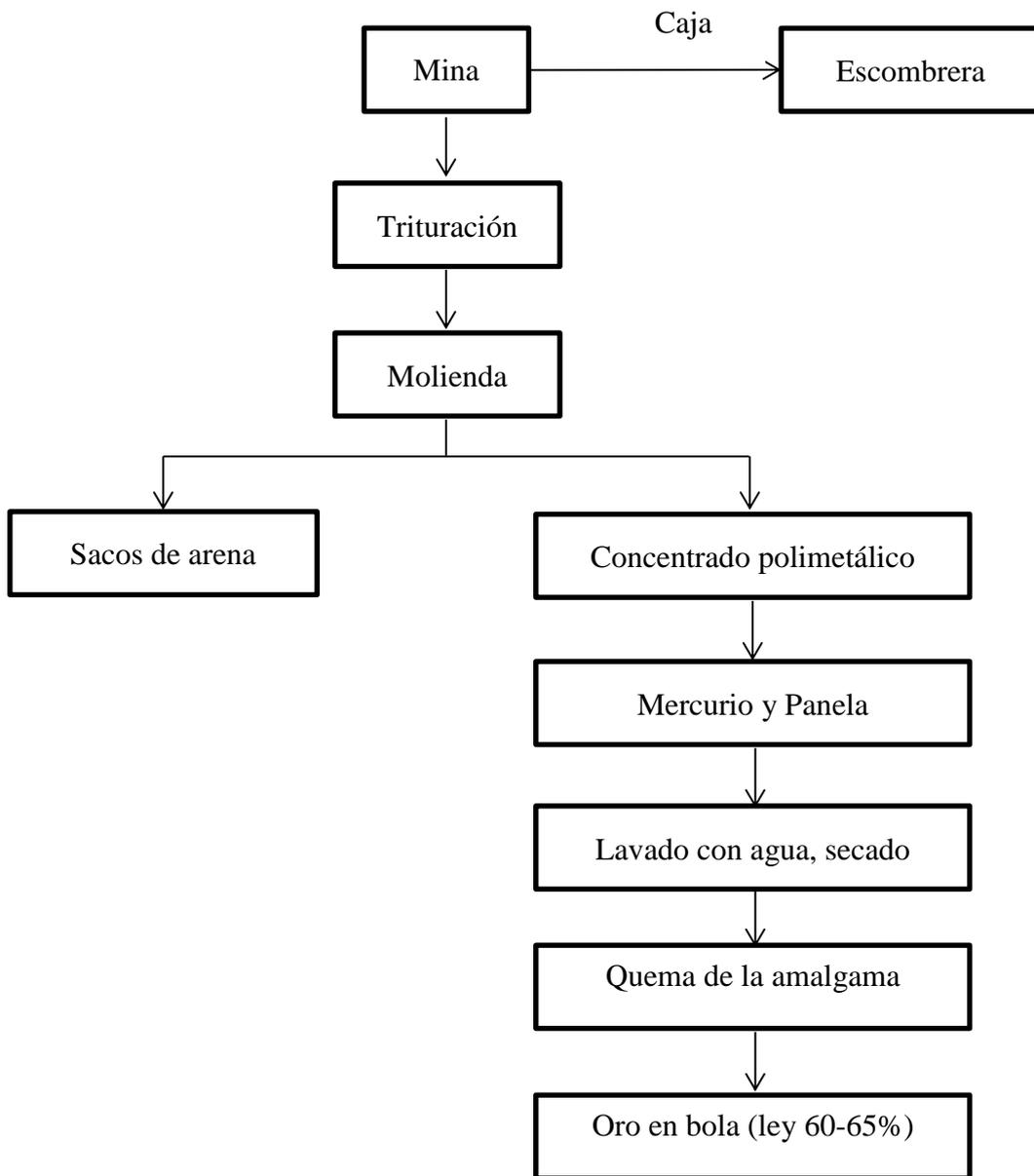
4.5 Recuperación Oro

Varios métodos son empleados en la recuperación de oro, procesos básicos, artesanales y hasta industriales y tecnológicos; entre ellos los más conocidos son: flotación, carbón activado, lixiviación por cianuro de sodio y el que más destaca el de amalgamación (uso de mercurio), un proceso bastante polémico debido a la alta contaminación producida, pero que sin embargo sigue siendo utilizado sobretodo en la pequeña minería debido a su fácil acceso, bajo costo y al desconocimiento técnico del pequeño minero.

De los procesos antes mencionados, este proyecto se enfocara en la comparación del método de amalgamación (uso de mercurio) y el método ácido, el mismo que será una propuesta nueva en la zona, con la finalidad de demostrar que los pequeños mineros podrían maximizar sus beneficios económicos sin incurrir a un alto costo, disminuyendo la contaminación ambiental lo que actualmente no lo están logrando con el método que emplean.

4.6 Diagrama del proceso de recuperación de oro método amalgamación

Tabla 4.1: Diagrama del Proceso de Recuperación de Oro Método Amalgamación



Fuente: Elaborada por los autores

Como anteriormente se explicó en la clasificación del material lo que se obtiene como veta es enviada al área de procesamiento para su posterior trituración, donde el cuarzo tiene un diámetro inicial que se aproxima a 12 pulgadas, luego que se termina el proceso el producto es cercano a los $\frac{3}{4}$ pulgadas, donde pasa a la molienda el material obtenido va a ser enviado al interior de los molinos chilenos (de ruedas).

4.6.1 Molino de chileno (ruedas)

Gráfico 4.15: Molino chileno (rueda)



Fuente: Elaborada por los autores

Producto de la molienda se obtiene arenas de alto concentrado (arenas ricas) y arenas de bajo concentrado.

Las arenas de bajo concentrado son concentradas gravimétricamente en los denominados canalones, obteniendo el diámetro de las partículas de acuerdo a una malla (clasificador) que es colocada en las ventanas de salida de los molinos, el material que se va acumulando en las denominadas valletas (cobija recortada), las mismas que serán alzadas de los canalones dependiendo del nivel de oro que contengan, lo cual generalmente varía entre 30 minutos a 2 horas, todo este material será colocado en sacos para un posterior proceso como lo es el método de lixiviación con cianuro de sodio.

4.6.2 Sacos de Concentrado

Gráfico 4.16: Sacos de Concentrado



Fuente: Elaborada por los autores

Mientras que la arena restante dentro del molino (arenas ricas), en el proceso anterior, es conducida a una concentración gravimétrica con ayuda de agua a los canalones los que cuentan con valletas (cobija recortada), donde dependerá de la cantidad de oro que contenga el material, para alzar las mismas, lo normal es entre 4 o 5, el material restante, mediante el uso de un platón se las vuelve a concentrar para obtener mejor concentrado polimetálico (material rico en oro).

4.6.3 Concentración gravimetría en platón

Gráfico 4.17: Concentración Gravimétrica en Platón



Fuente: Elaborada por los autores

El concentrado polimetálico obtenido se coloca en platones de liquidación, luego se procede a extraer el fierro (el cual se compone por partes de hierro mineral y desgaste de los molinos) con la ayuda de un imán, lo que ayuda a obtener material más limpio. Una vez que el concentrado polimetálico está libre de fierro se procede a liquidar con la ayuda de mercurio y panela, donde se utiliza una piedra y se procede a girar la misma alrededor del platón, de esta manera la fricción ejercida sobre las arenas ricas con la piedra hace que el oro se impregne en el mercurio hasta que el material ya no contenga este metal.

4.6.4 Platón de liquidar con oro en forma de amalgama

Gráfico 4.18: Platón de Liquidar con Oro en forma de Amalgama



Fuente: Elaborada por los autores

Una vez que se obtiene oro en forma de amalgama, se pasa al proceso del lavado, el cual se lograra con ayuda de abundante agua y panela, finalmente es secado y quemado hasta eliminar el mercurio, como resultado se obtiene oro en bola con leyes relativamente bajas que varían entre 60% y 65% de pureza.

4.6.5 Oro en bola amalgamado

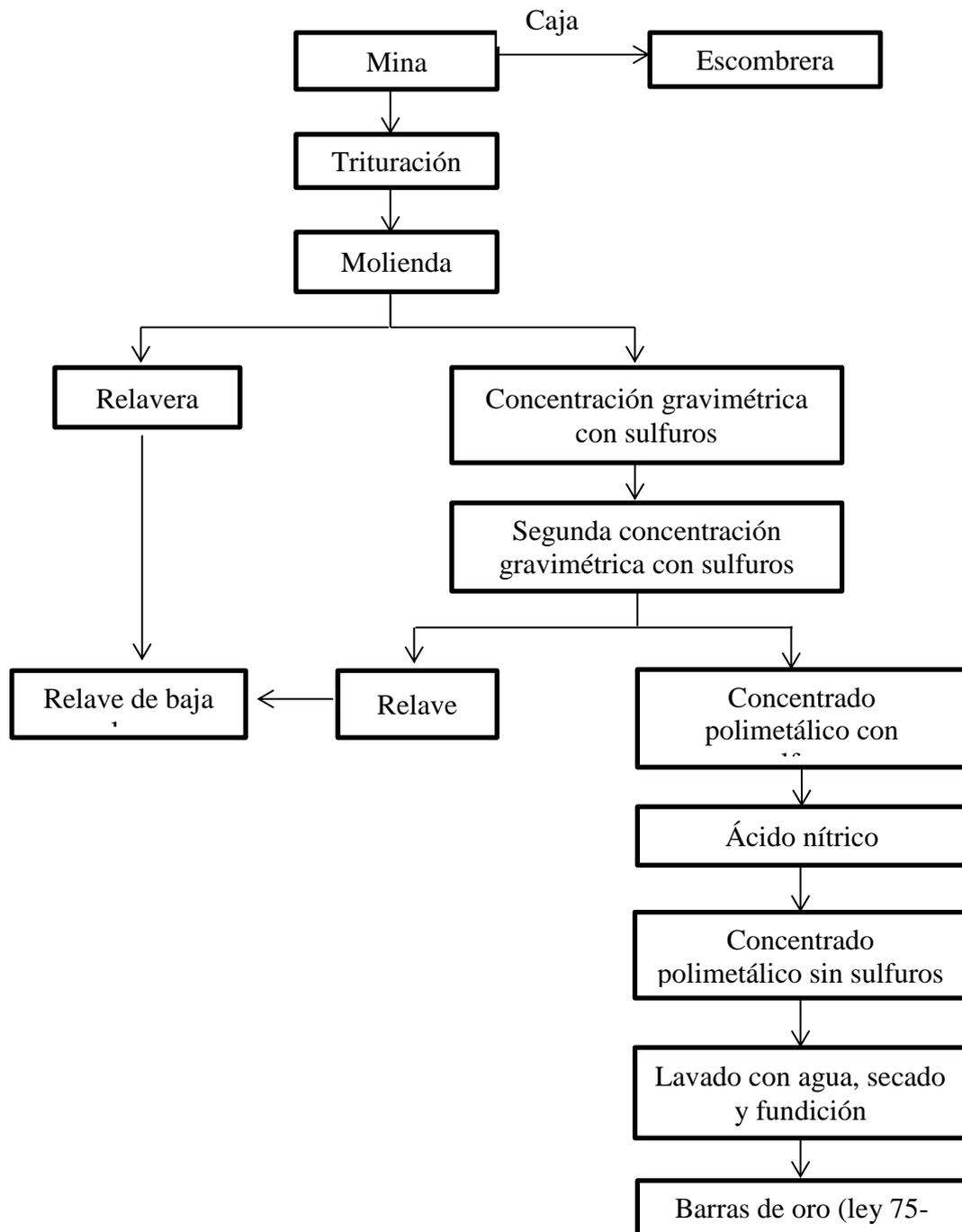
Gráfico 4.19: Oro en bola amalgamado



Fuente: Elaborada por los autores

4.7 Diagrama del Proceso de Recuperación de Oro Método Acido

Tabla 4.2 Diagrama del Proceso de Recuperación de Oro Método Acido



Fuente: Elaborada por los autores

Este proceso es bastante parecido al de amalgamación en las primeras etapas, puesto que también el material debe pasar por un proceso de molienda.

El proceso que concierne a las arenas de bajo concentrado, las mismas que salen del molino dirigidas a los canalones serán vallettiadas y posteriormente enviadas a un tanque (relavera), para luego ser enviadas con ayuda de una bomba de solidos a los tanques donde serán tratadas por método de lixiviación con cianuro de sodio.

4.7.1 Relavera

Gráfico 4.20: Relavera



Fuente: Elaborada por los autores

Al igual que el método anterior las arenas ricas serán tratadas de la misma forma, la diferencia es que se realiza por segunda vez el proceso de concentración gravimétrica con la ayuda de un platón.

El concentrado polimetálico producto de la segunda concentración pasa a ser colocado en recipientes plásticos dentro de la Sorbona y tratado con ácido nítrico para eliminar las impurezas, es tratado hasta que no reaccione el ácido (no existe burbujas ni emanación de vapores rojizos). La Sorbona debe contar con extractor de vapores para ser enviados a los filtros mitigadores de vapores ácidos. Los que generalmente tienen duchas de soluciones de hidróxido de sodio para neutralizar los vapores ácidos emitiendo a la atmósfera vapores limpios, evitando la contaminación ácida del medio ambiente.

4.7.2 Sorbona

Gráfico 4.21: Sorbona



Fuente: Elaborada por los autores

Como producto del tratamiento del ácido nítrico se obtendrá los sulfuros en formas de cenizas los que serán fácilmente eliminados, mientras que el concentrado polimetálico, es decir sin sulfuros pasa al proceso de lavado con ayuda de agua, elimina completamente el ácido.

4.7.3 Concentrado polimetálico sin sulfuros

Gráfico 4.22: Concentrado Polimetálico sin Sulfuros



Fuente: Elaborada por los autores

Todo el ácido es colocado en un recipiente ya que el mismo contiene plata metal la misma que se encuentra líquida y con ayuda de cloruro de sodio (sal común) se puede obtener cloruro de plata, en el cual se emplea lustre para obtener plata la cual es secada y fundida. Con el método de amalgamación ellos no están recuperando esto lo cual es posible con el método propuesto.

4.7.4 Barra de Plata

Gráfico 4.23: Barra de Plata



Fuente: Elaborada por los autores

Mientras que el concentrado polimetálico libre de ácido es secado y fundido con bórax e hidróxido de sodio para eliminar de esta manera el restante de impurezas, luego se lo colara en una lingotera obteniendo barras de oro con leyes más altas que las obtenidas en el método anterior entre 75% y 80% de pureza.

4.7.5 Barra de Oro

Gráfico 4.24: Barra de Oro



Fuente: Elaborada por los autores

4.8 Alternativa para mejorar la ley de oro obtenido por el método propuesto

Las barras que se obtendrán por la utilización del método ácido tienen una ley más alta que con el método de amalgamación, aproximadamente el método ácido da una ley entre 75% y 80%, mientras que el método de amalgamación arroja una ley de entre el 60% y 65%.

La ley nos indica el grado de pureza del oro que poseen las mismas, por ende se obtiene un mayor beneficio al obtener una mayor ley, la misma que aún se la puede mejorar y de esta manera incrementar el beneficio económico mediante la refinación del oro.

El proceso para mejorar la ley de oro es el siguiente:

- La barra de oro de ley (75-80%) es encuartada (fundida y homogenizada con 3 partes bien sea de plata metal o cobre) preferible el cobre por cuanto en la recuperación de la plata metal existe pérdidas de la misma, ocasionando pérdidas económicas.
- El material obtenido es granallado (fundido y vaciado sobre agua fría y agitada en un recipiente). Una vez granallado, este material será hervido con ácido nítrico hasta que este desintegre las partículas de plata o cobre agregadas en la encuartación, obteniendo así una sustancia tierrosa (concho) y una fase líquida. Este concho es oro en polvo el mismo que es lavado, secado y fundido, para obtener como resultado oro con leyes relativamente altas del 99% de pureza, mientras que la fase líquida, si se realizó la encuartación con plata metal es tratada ya que la misma contiene plata, claro que no se podrá recuperar la cantidad exacta que fue agregada pero si recupera un porcentaje de la misma.

4.8.1 Barra de Oro refinada

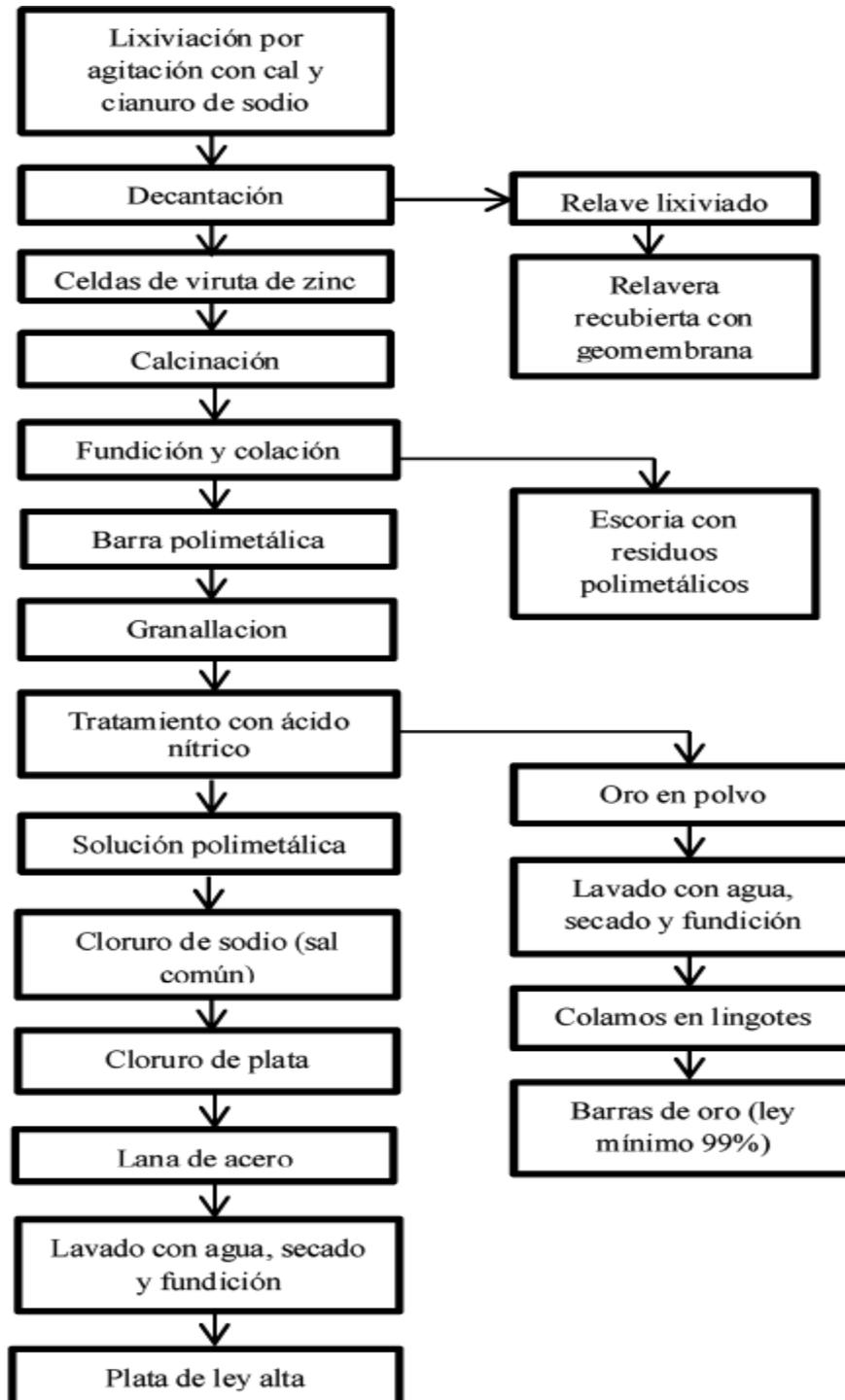
Gráfico 4.25: Barra de Oro



Fuente: Elaborada por los autores

4.9 Recuperación de oro en arenas de bajo concentrado polimetálico

Tabla 4.3: Recuperación de oro en arenas de bajo concentrado polimetálico



Fuente: Elaborada por los autores

Tanto en el método de amalgamación como en el propuesto, se aprovechan las arenas con mayor concentración de metal, obtenidas del lavado de las pistas de los molinos y de la sedimentación en la primera parte de los canalones. Pero las arenas no consideradas en estos procesos, tienen aún cierto contenido polimetálico aunque en menor concentración. Para la recuperación del oro de estas arenas los pequeños mineros usarían el método de lixiviación sin importar el método que sea empleado en las arenas ricas.

4.9.1 Tanques de Cianuración

Gráfico 4.26: Tanques de cianuración



Fuente: Elaborada por los autores

Lixiviación: es generalmente realizada en agitadores mecánicos, usando óxido de calcio (cal) y cianuro de sodio, operación que dura alrededor de 20 horas, luego pasa a la decantación. La solución obtenida de la decantación es transportada a la cisterna de alimentación de las celdas de viruta de zinc, la misma que cuenta con un filtro de arena para mayor clarificación de la solución que es recirculada hasta obtener solución de bajísimo contenido de oro lo cual se verifica mediante análisis que se realiza a la solución.

De esa operación se obtendrá el relave lixiviado el cual es enviado a la relavera recubierta con geomenbrana, mientras que la viruta de zinc producto de las celdas es cosechada y transportada al área de fundición en donde se procede al secado y calcinado con la ayuda de una paila de hierro la cual es colocada sobre un horno.

4.9.2 Paila con viruta de zinc

Gráfico 4.27: Paila con Viruta de Zinc



Fuente: Elaborada por los autores

Una vez calcinado el material, se procede a mezclarlo con bórax, colocándolo en un crisol dentro del horno donde el mismo es fundido a altas temperaturas este proceso tiene una duración alrededor de 3 horas.

El material ya fundido es vaciado sobre una lingotera donde se obtiene una barra polimetálica y el resto es escoria.

4.9.3 Horno de fundición

Gráfico 4.28: Horno de Fundición



Fuente: Elaborada por los autores

La barra polimetálica se procede a refinarla (Proceso detallado anteriormente), Para obtener oro con ley de 99% de pureza.

4.9.4 Barra de Oro fino

Gráfico 4.29: Barra de Oro Fino



Fuente: Elaborada por los autores

En este proceso es aprovechado el ácido residual de la refinación ya que este es una solución metálica a la que se le agrega cloruro de sodio (sal común) para obtener cloruro de plata. Luego se agrega lana de acero (lustre de piso #8) y se procede a agitar hasta que ya el lustre no se desintegra, inmediatamente se procede a lavar con

abundante agua, se seca y se coloca en un crisol para fundir y colar en una lingotera obteniendo plata de alta ley.

4.9.5 Barra de Plata

Gráfico 4.30: Barra de Plata



Fuente: Elaborada por los autores

CAPITULO 5

5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS CON SPSS

5.1 Análisis de Fiabilidad

5.1.1 Alfa de Cronbach

El coeficiente Alfa de Cronbach es un modelo de consistencia interna, basado en el promedio de las correlaciones entre los ítems. Entre las ventajas de esta medida se encuentra la posibilidad de evaluar cuánto mejoraría (o empeoraría) la fiabilidad de la prueba si se excluyera un determinado ítem. (García & González, 2010)

El coeficiente de Cronbach puede tomar valores entre 0 a 1; donde 0 significa confiabilidad nula y 1 representa confiabilidad total. En la tabla 5.1 podemos observar un Alfa de Cronbach de 0.85; este valor es cercano a 1 lo que nos indica que los resultados de los datos recolectados se encuentran correlacionados de manera altamente confiable

Tabla 5.1: Análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,837	,850	29

Fuente: Elaborada por los autores

5.2 Análisis Factorial

El análisis factorial (análisis de Componentes Principales o de Factores Comunes) pretende simplificar la información que nos da una matriz de correlaciones para hacerla más fácilmente interpretable. Se pretende encontrar una respuesta a esta pregunta: ¿Por qué unas variables se relacionan más entre sí y menos con otras...? (Vallejo, 2013).

5.2.1 Varianza Total Explicada

La tabla 5.2 de la matriz de explicación de la varianza total se muestran los valores que obtuvieron cada uno de los componentes. En la tabla podemos comprobar el

porcentaje de varianza explicada de cada componente y cuáles son los componentes que han sido extraídas (aquellas cuyos Auto valores superan la unidad). Entre los ochos componentes extraídos se acumula el 66,96% de la variabilidad de las variables originales.

Tabla 5.2: Varianza Total Explicada

Componente	Auto valores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	5,79	21,43	21,43	5,79	21,43	21,43	3,24	12,02	12,02
2	3,57	13,23	34,66	3,57	13,23	34,66	3,02	11,18	23,20
3	2,28	8,45	43,11	2,28	8,45	43,11	2,97	10,99	34,18
4	1,63	6,02	49,13	1,63	6,02	49,13	2,19	8,11	42,29
5	1,42	5,25	54,38	1,42	5,25	54,38	1,96	7,25	49,54
6	1,23	4,54	58,92	1,23	4,54	58,92	1,93	7,15	56,69
7	1,13	4,19	63,10	1,13	4,19	63,10	1,48	5,49	62,18
8	1,04	3,84	66,94	1,04	3,84	66,94	1,29	4,76	66,94
9	0,98	3,63	70,57						
10	0,88	3,26	73,83						
11	0,83	3,09	76,91						
12	0,74	2,75	79,66						
13	0,63	2,34	82,01						
14	0,58	2,16	84,17						
15	0,55	2,03	86,20						
16	0,50	1,86	88,06						
17	0,48	1,76	89,82						
18	0,41	1,53	91,36						
19	0,36	1,33	92,68						
20	0,32	1,19	93,87						
21	0,30	1,12	94,99						
22	0,29	1,07	96,06						
23	0,27	1,01	97,07						
24	0,26	0,95	98,01						
25	0,22	0,81	98,82						
26	0,19	0,69	99,51						
27	0,13	0,49	100,00						

Fuente: Elaborada por los autores

5.2.2 Matriz de Componente Rotado

En la Tabla 5.3 presentamos la matriz de componentes rotados, donde cada variable se agrupa en un componente mostrando los valores situados por encima de 0,4, en este caso el modelo arroja 8 factores los cuales indican la relación estrecha de las variables y están distribuidas de la siguiente manera.

Tabla 5.3: Matriz de Componentes Rotados

	Componente							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ConContAir16	,870							
INV_ConContAg15	,828							
ConExtEsp17	,818							
ConDefrs18	,737							
MercRios11		,811						
MercCadAlm12		,741						
CuiMedAMb10		,683						
CapMin19		,650						
ContAmb5		,430						
AcdNitop36			,865					
OroMy35			,806					
Amalg37			,804					
MercxAcdNit32			,697					
Cost41				,770				
SegLug40				,765				
CapTec42				,683				
MercSalPob13					,742			
ProMerc25					,637			
INV_ContAut29					-,570			
MinZnZa7					,457			
MinResp26						,748		
MetEmp27						,698		
SufMed28						,555		
DetAmb14							,728	
Faltcap23							,610	
GremCap43								,617
MinArt8								,498

Fuente: Elaborada por los autores

A cada componente se le asignó un nombre, los cuales se detalla a continuación:

- Componente 1 **Impacto Ambiental**
- Componente 2 **Nivel de conocimiento ambiental**
- Componente 3 **Métodos de Recuperación**
- Componente 4 **Gestión Ambiental**
- Componente 5 **Riesgo socio Ambiental**
- Componente 6 **Minería responsable**
- Componente 7 **Incertidumbre ambiental**

- Componente 8 **Procesos Utilizados**
- Variable Dependiente **Mercurio afecta a la salud**

5.3 Estadísticos Descriptivos

En la tabla 5.4 se muestra los estadísticos obtenidos de los componentes escogidos anteriormente, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 5.4: Estadísticos Descriptivos

	X1: Impacto Ambiental	X2: Nivel de Conocimiento Ambiental	X3: Métodos de Recuperación	X4: Riesgo Socio ambiental	X5: Gestión Ambiental	X6: Minería Responsable	X7: Incertidumbre Ambiental	X8: Procesos Utilizados	Y: Mercurio_Perjudicial_Salud
N Válido	325	325	325	325	325	325	325	325	325
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	3,033	4,233	4,132	4,051	3,852	4,218	4,117	4,255	3,717
Error estándar de la media	0,040	0,035	0,048	0,049	0,044	0,048	0,049	0,049	0,040
Desviación estándar	0,712	0,630	0,866	0,875	0,799	0,857	0,885	0,881	0,716
Varianza	0,508	0,397	0,750	0,766	0,639	0,734	0,783	0,776	0,512
Asimetría	-0,202	-1,507	-0,907	-1,398	-0,645	-1,269	-1,132	-1,147	-0,011
Error estándar de asimetría	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135
Curiosis	-0,320	2,344	0,161	2,105	0,254	1,935	1,121	0,435	0,130
Error estándar de Curiosis	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270

Fuente. Elaborada por los autores

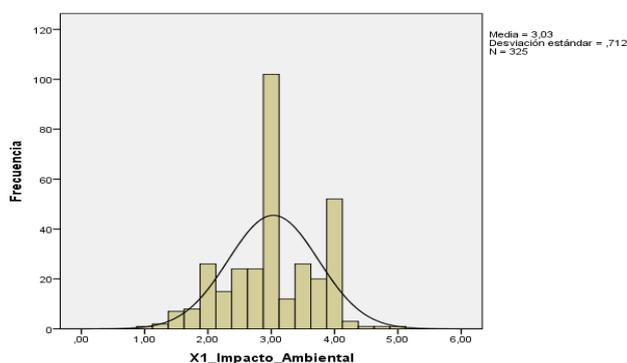
5.4 Explicación de los Componentes

5.4.1 Impacto Ambiental

En la gráfica 5.1 se muestra el análisis descriptivo del componente “*Impacto Ambiental*”, Se evaluó el grado de aceptación de las personas respecto a si estaba de acuerdo de que las técnicas usadas actualmente influyen negativamente en el ambiente,

para lo cual se utilizó una escala de Likert que va de 1 a 5, donde 1 representa que está totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo. Como podemos observar la mayor concentración de datos cae en “imparcial”, Lo que denota cierta indiferencia en la población pues al no tener nuevas técnicas de recuperación más amigables con el ecosistema deben recurrir a estos métodos que son contaminantes lo cual no crea una conciencia del daño ambiental.

Gráfico 5.1: Gráfico de Impacto Ambiental

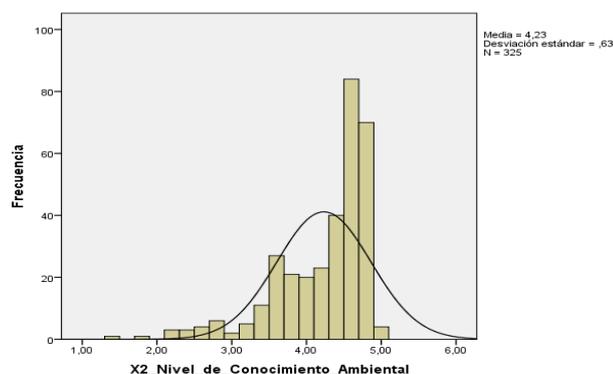


Fuente: Elaborada por los autores

5.4.2 Nivel de Conocimiento Ambiental

En la gráfica 5.2 muestra el análisis descriptivo del componente “*Nivel de Conocimiento Ambiental*”. Como podemos observar la mayor concentración de datos fue en que el nivel de conocimiento ambiental es alto sin embargo no tienen conciencia ambiental del daño ocasionado y siguen empleando las técnicas tradicionales por desconocimientos de nuevas técnicas en la recuperación de oro.

Gráfico 5.2: Nivel de Conocimiento Ambiental

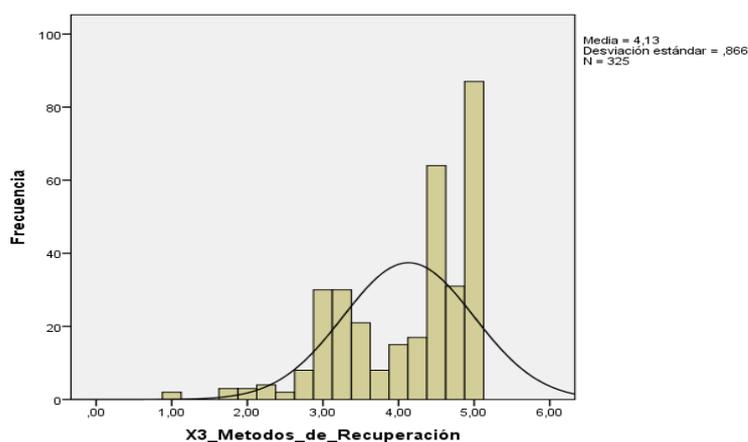


Fuente: Elaborada por los autores

5.4.3 Métodos de Recuperación

La gráfica 5.3 muestra el análisis descriptivo del componente “*Métodos de Recuperación*”, Se evaluó el grado de aceptación de las personas respecto a, si estaba de acuerdo a usar nuevos métodos de recuperación de oro, para lo cual se utilizó una escala de Likert que va de 1 a 5, donde 1 representa que está totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo. Como podemos observar la mayor concentración de datos cae en 5 que significa “totalmente de acuerdo”. Lo cual deja ver que las personas si están de acuerdo en probar nuevos métodos.

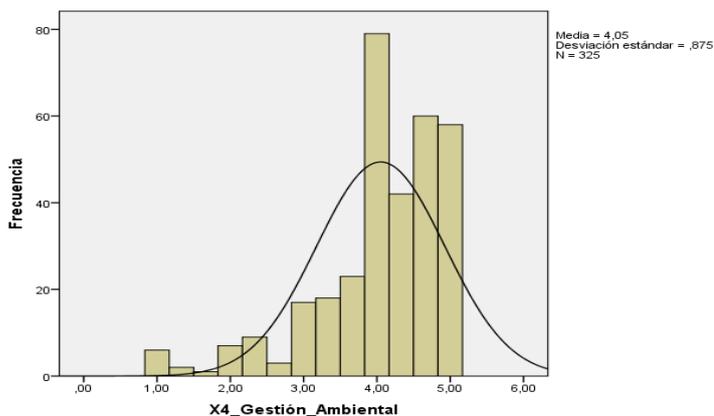
Gráfico 5.3 Método de Recuperación



Fuente: Elaborada por los autores

5.4.4 Gestión Ambiental

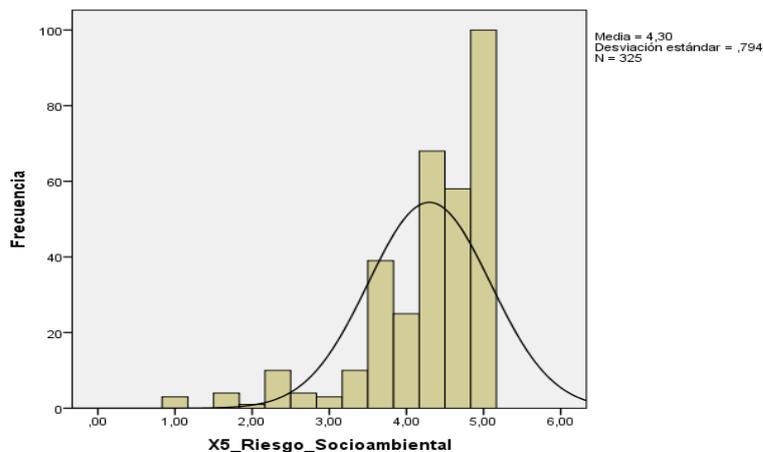
La gráfica 5.4 muestra el análisis descriptivo del componente “*Gestión Ambiental*”, Se evaluó el grado de importancia de las personas respecto a si están de acuerdo con la participación de las autoridades en la minería. Como podemos observar la mayor concentración de datos cae en 4 que significa “parcialmente de acuerdo”. Las personas si quieren que el gobierno se vincule más con el sector minero.

Gráfico 5.4: Gestión Ambiental

Fuente: Elaborada por los autores

5.4.5 Riesgo Socio ambiental

La gráfica 5.5 muestra el análisis descriptivo del componente “*Riesgo Social Ambiental*”, Se evaluó el grado de importancia de las personas respecto a que tan importante es para ellos que se desarrolle la minería con las adecuaciones correspondientes sin que esta actividad afecte la salud de los pobladores. Como podemos observar la mayor concentración de datos cae en 5 que significa “totalmente de acuerdo”. Lo cual deja ver que las personas si están de acuerdo en que se desarrolle una minería que disminuya los riesgos.

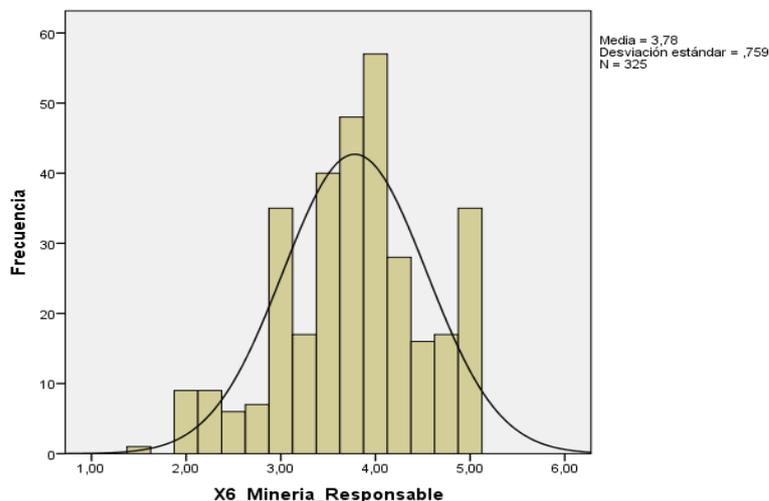
Gráfico 5.5: Riesgo Socio-ambiental

Fuente: Elaborada por los autores

5.4.6 Minería Responsable

La gráfica 5.6 muestra el análisis descriptivo del componente “*Minería Responsable*”, Se evaluó el grado de importancia de las personas respecto a que tan importante es para ellos que se desarrolle la minería de manera responsable. Como podemos observar la mayor concentración de datos cae en 4 que significa “parcialmente de acuerdo”. La población desea que se siga desarrollando esta actividad en la zona pero de una manera más consiente, no se puede pasar por alto el daño causado en años anteriores por lo que es necesario llevar a cabo una minería responsable de manera social y ambiental.

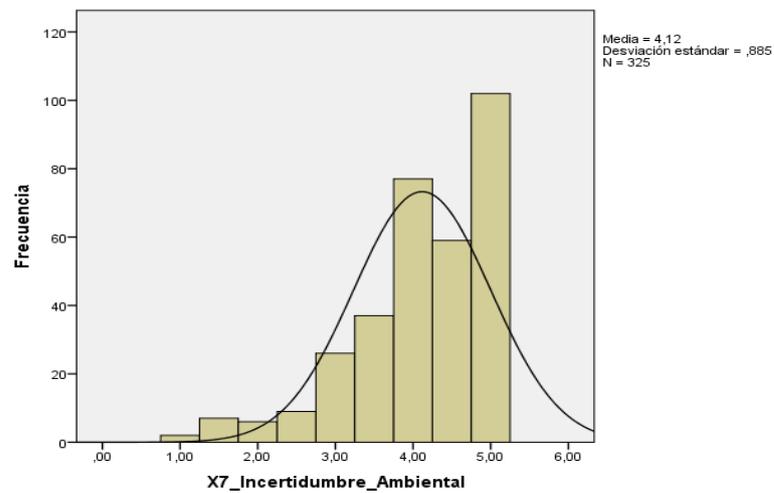
Gráfico 5.6: Minería Responsable



Fuente: Elaborada por los autores

5.4.7 Incertidumbre Ambiental

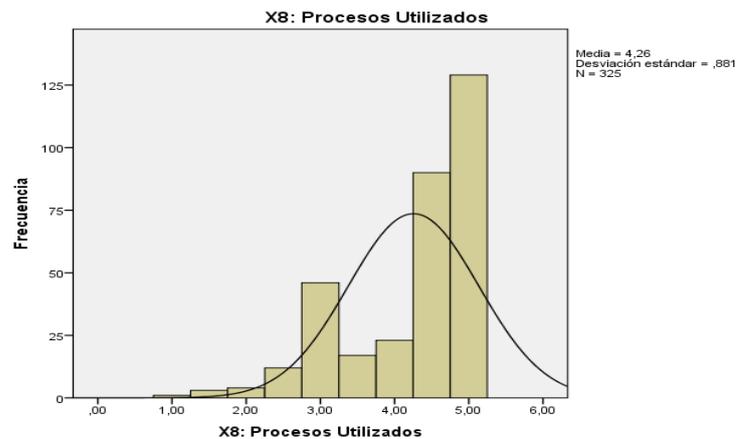
La gráfica 5.7 muestra el análisis descriptivo del componente “*Incertidumbre Ambiental*”, Se evaluó el grado de importancia de las personas respecto a que si están de acuerdo que las personas no están conscientes del daño ambiental. Como podemos observar la mayor concentración de datos cae en 5 que significa “totalmente de acuerdo”. Es decir no tienen información suficiente sobre factores ambientales además tienen poca información ambiental externa sobre los cambios en el entorno existente.

Gráfico 5.7: Incertidumbre Ambiental

Fuente: Elaborada por los autores

5.4.8 Procesos utilizados

La grafica 5.8 muestra el análisis descriptivo del componente “*Procesos Utilizados*”, donde se evaluó si las técnicas de recuperación de oro que se utilizan en el sector son perjudiciales para los pobladores. Como se puede observar la mayor concentración de datos cae en 5 “totalmente de acuerdo” lo que deja a la luz que la gente no está de acuerdo con los procesos que son utilizados actualmente

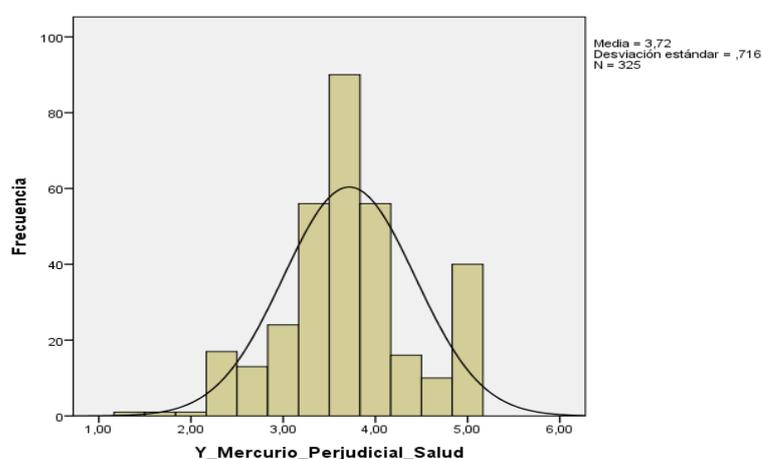
Gráfico 5.8: Procesos utilizados

Fuente: Elaborada por los autores

5.4.9 Efectos perjudiciales del mercurio en la salud

La gráfica 5.9 muestra el análisis descriptivo del componente “*Mercurio es perjudicial para la salud*”, Se evaluó el grado de conocimientos sobre lo dañino que es el mercurio en la salud. Como podemos observar la mayor concentración de datos cae en 3 que significa “Indiferente”. Lo cual deja ver que las personas no están conscientes de los daños que causa el mercurio a su salud.

Gráfico 5.9: Efectos perjudiciales del mercurio en la salud



Fuente: Elaborada por los autores

5.5 Regresión

5.5.1 Resumen del modelo de regresión

Como se muestra en la tabla 5.5 usando el cálculo del modelo por pasos, la ecuación de Regresión Lineal estimada para las variables dependientes e independientes demuestra que existe relación.

Esta relación se ha estimado en un $R = 64.8\%$, que indica una fuerte relación positiva.

Además si consideramos el coeficiente de determinación $R^2 = 0,42$ lo que indica que nuestro modelo de la variable dependiente Efectos perjudiciales del mercurio en la salud esta explicada por las variables independientes en 42%.

5.5.2 Durbin y Watson

La prueba de D-W para los residuos correlacionados serialmente. Éste estadístico oscila entre 0 y 4 y toma el valor 2 cuando los residuos son completamente independientes.

Los valores mayores de 2 indican auto correlación positiva y los menores de 2 auto-correlación negativa. Suele asumirse que los residuos son independientes si el estadístico de D-W está entre 1,5 y 2,5. También muestra estadísticos de resumen para los residuos y los valores pronosticados.

En la tabla 5.5 se puede concluir la no multi-colinealidad de las variables debido a que el Coeficiente de Durbin-Watson es cercano 1.581.

Tabla 5.5: Regresión y Durbin-Watson

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,474 ^a	,225	,222	,63108	
2	,577 ^b	,333	,329	,58625	
3	,604 ^c	,365	,359	,57291	
4	,618 ^d	,381	,374	,56637	
5	,633 ^e	,401	,391	,55844	
6	,643 ^f	,413	,402	,55356	
7	,648 ^g	,420	,407	,55095	1,581

Fuente: Elaborada por los autores

5.5.3 Coeficientes

La tabla de coeficientes de regresión (ver tabla 5.6), en la columna Coeficientes no estandarizados se encuentran los coeficientes (B_k) que forman parte de la ecuación en puntuaciones directas de los modelos. El modelo que utilizaremos para nuestro estudio es el modelo 5 mostrado en la tabla 5.6 queda de la siguiente forma:

$$Y = 0.45 + 0.30 X_1 + 0.32 X_2 + 0.10 X_3 + 0.10 X_4 - 0.16 X_6 + 0.08 X_7 + 0.13 X_8$$

Podemos observar que la variable que muestra que el mercurio es perjudicial para la salud humana mantiene un nivel perjudicial de un 45% constante. Es decir, independientemente de las demás variables que se utilicen captura un nivel bastante riesgoso para la salud pública.

Tabla 5.6: Coeficientes

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Tolerancia	VIF
1	(Constante)	1,44	0,24		6,03	0,00	
	X2: Nivel de Conocimiento Ambiental	0,54	0,06	0,47	9,68	0,00	1,00
2	(Constante)	0,89	0,23		3,79	0,00	
	X2: Nivel de Conocimiento Ambiental	0,42	0,05	0,37	7,74	0,00	0,91
	X1: Impacto Ambiental	0,35	0,05	0,35	7,23	0,00	0,91
3	(Constante)	0,48	0,25		1,91	0,06	
	X2: Nivel de Conocimiento Ambiental	0,38	0,05	0,33	6,96	0,00	0,87
	X1: Impacto Ambiental	0,33	0,05	0,33	7,07	0,00	0,90
	X8: Procesos Utilizados	0,15	0,04	0,18	4,02	0,00	0,94
4	(Constante)	0,76	0,27		2,86	0,00	
	X2: Nivel de Conocimiento Ambiental	0,42	0,06	0,37	7,56	0,00	0,81
	X1: Impacto Ambiental	0,31	0,05	0,31	6,68	0,00	0,89
	X8: Procesos Utilizados	0,17	0,04	0,20	4,47	0,00	0,92
	X6: Minería Responsable	-0,11	0,04	-0,14	-2,91	0,00	0,89
5	(Constante)	0,62	0,27		2,32	0,02	
	X2: Nivel de Conocimiento Ambiental	0,38	0,06	0,34	6,90	0,00	0,78
	X1: Impacto Ambiental	0,30	0,05	0,30	6,55	0,00	0,88
	X8: Procesos Utilizados	0,14	0,04	0,18	3,82	0,00	0,88
	X6: Minería Responsable	-0,14	0,04	-0,16	-3,50	0,00	0,86
	X3: Métodos de Recuperación	0,13	0,04	0,15	3,19	0,00	0,82
6	(Constante)	0,56	0,26		2,10	0,04	
	X2: Nivel de Conocimiento Ambiental	0,34	0,06	0,30	5,97	0,00	0,72
	X1: Impacto Ambiental	0,31	0,05	0,30	6,65	0,00	0,88
	X8: Procesos Utilizados	0,13	0,04	0,16	3,44	0,00	0,87
	X6: Minería Responsable	-0,16	0,04	-0,19	-3,95	0,00	0,83
	X3: Métodos de Recuperación	0,11	0,04	0,14	2,85	0,00	0,81
	X4: Riesgo Socio ambiental	0,10	0,04	0,13	2,58	0,01	0,76
7	(Constante)	0,45	0,27		1,69	0,09	
	X2: Nivel de Conocimiento Ambiental	0,32	0,06	0,28	5,51	0,00	0,69
	X1: Impacto Ambiental	0,30	0,05	0,30	6,66	0,00	0,88
	X8: Procesos Utilizados	0,13	0,04	0,15	3,34	0,00	0,86
	X6: Minería Responsable	-0,16	0,04	-0,20	-4,16	0,00	0,82
	X3: Métodos de Recuperación	0,10	0,04	0,12	2,53	0,01	0,79
	X4: Riesgo Socio ambiental	0,10	0,04	0,13	2,54	0,01	0,76
	X7: Incertidumbre Ambiental	0,08	0,04	0,09	2,00	0,05	0,85

Fuente: Elaborada por los autores

5.6 Análisis univariado de varianza (ANOVA)

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Se trata, por tanto, de una generalización de la Prueba T para dos muestras independientes al caso de diseños con más de dos muestras.

En la tabla 5.7 de factores inter-sujetos, entre nuestros componentes más significativos tenemos el impacto ambiental, nivel de conocimiento ambiental, métodos de recuperación, gestión ambiental, minería responsable, procesos utilizados. Todos estos componentes encierran un objetivo que es el conocimiento de una nueva técnica para la recuperación de oro que elimine el uso del mercurio, mismo que como se ha mencionado en nuestro modelo es perjudicial para la salud.

Otro criterio a considerar significativo es el nivel de conocimiento, el sector donde reside y la edad. Dado que dependerá del sector y la edad el nivel de conocimiento que se tenga.

Tabla 5.7: Factores Inter-Sujetos

Variable dependiente:		Y: Mercurio Perjudicial Salud			
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	106,186 ^a	68	1,562	6,688	,000
Interceptación	,558	1	,558	2,388	,124
Impacto Ambiental	5,439	1	5,439	23,295	,000
Nivel de Conocimiento Ambiental	3,642	1	3,642	15,597	,000
Métodos de Recuperación	1,668	1	1,668	7,145	,008
Riesgo Socio ambiental	,024	1	,024	,101	,751
Gestión Ambiental	1,352	1	1,352	5,791	,017
Minería Responsable	1,892	1	1,892	8,102	,005
Incertidumbre Ambiental	,529	1	,529	2,264	,134
Procesos Utilizados	1,890	1	1,890	8,097	,005
ActImp6	,742	1	,742	3,180	,076
UsMerc20	,328	1	,328	1,405	,237
ExpMerc21	7,657E-05	1	7,657E-05	,000	,986
SigUtMerc22	,051	1	,051	,220	,640
MedAyMin24	,068	1	,068	,289	,591
EnfMerc30	,081	1	,081	,345	,557
SustMerc31	,158	1	,158	,678	,411
ConCo233	1,996	1	1,996	8,549	,004
BenfAcdnit34	,534	1	,534	2,289	,132
Genero1	,074	1	,074	,318	,573
Edad2	,487	5	,097	,417	,837
Sector3	,460	1	,460	1,969	,162
Educacion4	1,113	4	,278	1,192	,315
Genero1 * Edad2	,393	5	,079	,337	,890
Genero1 * Sector3	,090	1	,090	,386	,535
Genero1 * Educacion4	,854	2	,427	1,829	,163
Edad2 * Sector3	2,657	5	,531	2,276	,048
Edad2 * Educacion4	1,734	9	,193	,825	,594
Sector3 * Educacion4	,292	2	,146	,626	,535
Genero1 * Edad2 * Sector3	1,123	3	,374	1,603	,189
Genero1 * Edad2 * Educacion4	,650	2	,325	1,392	,251
Genero1 * Sector3 * Educacion4	,303	1	,303	1,298	,256
Edad2 * Sector3 * Educacion4	2,456	7	,351	1,503	,167
Genero1 * Edad2 * Sector3 * Educacion4	0,000	0			
Error	59,771	256	,233		
Total	4656,000	325			
Total corregido	165,957	324			

Fuente: Elaborada por los autores

5.6.1 Prueba de Igualdad de Levene de Varianzas de Error

Uno de los pasos previos a la comprobación de si existen diferencias entre las medias de varias muestras es determinar si las varianzas en tales muestras son iguales (es decir, si se cumple la condición de homogeneidad de varianzas o homoscedasticidad), ya que de que se cumpla o no esta condición dependerá la formulación que empleemos en el contraste de medias.

Tabla 5.8: Prueba de Igualdad de Levene

Variable dependiente: Y: Mercurio Perjudicial Salud

F	df1	df2	Sig.
2,350	51	273	,000

Fuente: Elaborada por los autores

Puesto que el valor del nivel crítico (0,000), es menor que 0,05, decidimos rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas y concluimos que las varianzas de las variables comparadas no son iguales.

CAPITULO 6

6 ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO

6.1 Introducción

El estudio socioeconómico consiste en recoger información relevante de los diferentes aspectos relacionados con las condiciones sociales de los grupos afectados por el proyecto y los impactos en el bienestar que pueda causar el mismo.

En el presente capítulo se pretende realizar un análisis comparativo entre el método ácido (uso de ácido nítrico) y el método de amalgamación (uso de mercurio) para determinar la viabilidad del proyecto social de los pequeños mineros en el distrito minero Zaruma-Portovelo.

Para ello se tomará en cuenta tanto los ingresos como costos que influyen en cada método de recuperación de oro ajustados socialmente con factores de Bolivia ya que se estima que son una buena referencia de la realidad ecuatoriana.

Por lo tanto, si la diferencia del beneficio-costos del método ácido y el método de amalgamación es mayor a 1, se puede concluir que el método propuesto es viable socialmente y contribuirá a mejorar la economía y calidad de vida de los pequeños mineros del distrito minero.

6.2 Inversión Requerida

Es necesario indicar que un pequeño minero necesita invertir tanto en mina como en oficina para iniciar sus operaciones de explotación minera. Independiente del método de recuperación de oro usado la inversión que se necesita realizar los mismos que se encuentran respectivamente ajustados con los factores de ajuste de Bolivia:

6.2.1 Inversión en mina

Tabla 6.1: Inversión en Mina

Inversión en Mina				
Cantidad	Equipos	Valor	Factor de Ajuste	Valor Social
1	Compra de Compresor	\$ 20.000	1,19	\$ 23.800
1	Adquisición de terreno	\$ 20.000	1,19	\$ 23.800
3	Máquinas de barrenar	\$ 4.500	1,19	\$ 5.355
1	Tubería	\$ 6.000	1,19	\$ 7.140
20	Rieles	\$ 8.000	1,19	\$ 9.520
1	Extractor de aire	\$ 1.500	1,19	\$ 1.785
1	Pulmón de aire	\$ 4.000	1,19	\$ 4.760
1	Baños	\$ 1.200	1,19	\$ 1.428
2	Bodegas	\$ 3.000	1,19	\$ 3.570
1	Gasto de constitución	\$ 2.600	1,19	\$ 3.094
1	Polvorín	\$ 4.000	1,19	\$ 4.760
2	Construcción de tolvas	\$ 9.000	1,19	\$ 10.710
3	Carros de mina	\$ 6.000	1,19	\$ 7.140
1	Instalaciones eléctricas	\$ 3.500	1,19	\$ 4.165
1	Winche	\$ 5.000	1,19	\$ 5.950
1	Cable y balde del winche	\$ 1.900	1,19	\$ 2.261
TOTAL		\$ 100.200		\$ 119.238

Fuente: Elaborada por los autores

6.2.2 Inversión en Oficina

Tabla 6.2: Inversión en Oficina

Inversión en Oficina				
Cantidad	Equipos	Valor	Factor de Ajuste	Valor Social
2	Oficinas	6.000	1,19	7.140
1	Baños	1.200	1,19	1.428
1	Computador	600	1,19	714
1	Impresora	180	1,19	214
1	Utiles de oficina	500	1,19	595
8	Sillas	350	1,19	417
2	Escritorios	700	1,19	833
2	Archivadores	450	1,19	536
TOTAL		9.980		11.876

Fuente: Elaborada por los autores

6.3 Estimación del Precio del Oro

Para estimar el precio del oro se utilizó una base de datos de precios mensuales cotizados en la bolsa de valores desde Enero/2009 hasta Diciembre/2013 procediendo a extraer la respectiva estadística descriptiva.

Tabla 6.3: Estadística Descriptiva del precio del oro

ORO	
Media	1.369,29
Error típico	35,36
Mediana	1.363,15
Desviación estándar	273,86
Varianza de la muestra	75.002,02
Curtosis	(1,15)
Coficiente de asimetría	(0,23)
Rango	912,26
Mínimo	858,69
Máximo	1.770,95
Suma	82.157,51
Cuenta	60,00

Fuente: Elaborada por los autores

Se determinaron tres escenarios del precio del oro en función de la desviación estándar y considerando que el 99% de las observaciones están a +/- 3 desviaciones estándares.

Tabla 6.4: Escenarios del precio del oro

Precio			
Escenario	Onzas	Gramo	Mercado
Pesimista	\$ 547,70	\$ 17,61	\$ 16,73
Promedio	\$ 1.369,29	\$ 44,03	\$ 41,83
Optimista	\$ 2.190,89	\$ 70,45	\$ 66,92

Fuente: Elaborada por los autores

El precio del oro escogido para realizar las proyecciones de los ingresos es de 41,83 dólares por gramo obtenido del escenario promedio descontándole un 5% por efectos de comercialización.

6.4 Estimación del Precio de la Plata

Para estimar el precio de la plata se utilizó una base de datos de precios mensuales cotizados en la bolsa de valores desde Enero/2009 hasta Diciembre/2013 procediendo a extraer la respectiva estadística descriptiva.

Tabla 6.5 Estadística Descriptiva del precio de la Plata

PLATA	
Media	25,18
Error típico	1,10
Mediana	24,35
Moda	#N/A
Desviación estándar	8,53
Varianza de la muestra	72,72
Curtosis	(0,54)
Coficiente de asimetría	0,38
Rango	36,28
Mínimo	12,31
Máximo	48,58
Suma	1.510,85
Cuenta	60,00

Fuente: Elaborada por los autores

Se determinaron tres escenarios del precio de la plata en función de la desviación estándar y considerando que el 99% de las observaciones están a +/- 3 desviaciones estándares.

Tabla 6.6 Escenarios del precio de la Plata

Precio			
Escenario	Onzas	Gramo	Mercado
Pesimista	\$ 21,88	\$ 0,70	\$ 0,67
Promedio	\$ 25,18	\$ 0,81	\$ 0,77
Optimista	\$ 28,48	\$ 0,92	\$ 0,87

Fuente: Elaborada por los autores

El precio de la plata escogido para realizar las proyecciones de los ingresos es de 0,77 centavos de dólar por gramo obtenido del escenario promedio descontándole un 5% por efectos de comercialización.

6.5 Ingresos del Proyecto

Para los ingresos del proyecto se consideró los gramos de oro y plata que fueron obtenidos en promedio, mediante la molienda de 72 toneladas de cuarzo (material aurífero), mismas que se dividieron en partes iguales las arenas ricas para realizar la prueba por ambos métodos, el propuesto (uso de ácido nítrico) y el tradicional (uso de mercurio) en el distrito minero Zaruma-Portovelo. Además se tomara en cuenta los ingresos provenientes de las arenas de bajo concentrado las cuales son tratadas por el método de lixiviación dichos ingresos servirán para ambos métodos.

6.5.1 Ingresos del Proyecto Método Ácido

La recuperación de oro y plata que se obtiene anualmente por el método ácido se detalla a continuación:

Tabla 6.7: Ingresos Método Ácido

INGRESOS METODO ACIDO (ARENAS RICAS)			
Cantidad		Detalle	Valor
Gramos/Mens	Gramos/Anual		
130	1560	Venta de oro (metodo acido)	\$ 65.250,50
45	540	Venta de plata (metodo acido)	\$ 415,36
TOTAL			\$ 65.665,86

Fuente: Elaborada por los autores

6.5.2 Ingresos del Proyecto Método Amalgamación

La recuperación de oro que se obtiene anualmente por el método de amalgamación se detalla a continuación:

Tabla 6.8: Ingresos Método Amalgamación

INGRESOS METODO AMALGAMACION (ARENAS RICAS)			
Cantidad		Detalle	Valor
Gramos/Mens	Gramos/Anual		
120	1440	Venta de oro (metodo amalgamacion	\$ 60.231,23
TOTAL			\$ 60.231,23

Fuente: Elaborada por los autores

6.5.3 Ingresos del Proyecto Arenas de Bajo concentrado por el Método de Lixiviación

Este ingreso proveniente de las arenas de bajo concentrado no tiene relación con el método de recuperación para las arenas de alto concentrado (arenas ricas) ya sea que se utilice el método de amalgamación o el método ácido por lo que este ingreso será igual para ambos métodos.

Tabla 6.9 Ingresos método lixiviación

METODO LIXIVIACION (ARENAS BAJO CONCENTRADO)			
Cantidad		Detalle	Valor
Gramos/Mens	Gramos/Anual		
510	6120	Venta de oro fino	\$ 255.982,72
1200	14400	Venta de Plata	\$ 11.076,34
TOTAL			\$ 267.059,07

Fuente: Elaborada por los autores

6.6 Costos del Proyecto

Para poder realizar la estimación de los costos anuales se tomó como referencia datos promedios de los costos que se incurrirán mensualmente extrayendo 72 toneladas de cuarzo (material aurífero) multiplicando los mismos por 12 meses del año, dicha cantidad será incurriría los pequeños mineros del distrito Zaruma-Portovelo, dichos valores fueron ajustados con factores sociales de Bolivia clasificándolos de la siguiente manera:

- Costos Fijos
- Costos Variables
- Costos de Personal Producción
- Costos de Personal Administrativo

6.6.1 Costos Fijos

Los costos fijos del proyecto no dependen del nivel de producción como lo son luz, contrato de operación, entre otros, este caso los costos son los mismos sin importar el método a utilizarse los cuales han sido ajustados socialmente con factores de Bolivia como se detalla a continuación en la tabla 6.10.

Tabla 6.10: Costos Fijos Anuales

Costos Fijos Anuales			
Detalle	Valor	Factor de Ajuste	Flujo Social
Pago de luz	\$ 1.440	1,19	\$ 1.714
Pago de agua	\$ 300	1,19	\$ 357
Contrato de operación	\$ 3.600	1,19	\$ 4.284
Informes de producción	\$ 3.600	1,19	\$ 4.284
Patentes	\$ 1.000	1,19	\$ 1.190
Regalias	\$ 1.600	1,19	\$ 1.904
Permiso para comprar pólvora	\$ 1.500	1,19	\$ 1.785
Permiso para comprar diesel	\$ 1.000	1,19	\$ 1.190
Permiso de polvorín al Municipio	\$ 1.700	1,19	\$ 2.023
Total costos fijos	\$ 15.740		\$ 18.731

Fuente: Elaborada por los autores

6.6.2 Costos Variables

Estos costos están directamente relacionados con el nivel de producción, que se incurren en la mina para poder extraer el material aurífero como lo son brocas, barrenos, explosivos, etc. Y por otro lado tenemos costos en los insumos que se emplean en el proceso de lixiviación como lo son cianuro de sodio, viruta de zinc, cal, entre otros.

6.6.2.1 Costos Variables Método Ácido

Los costos variables anuales promedios en mina y en el proceso de lixiviación a los que se incurren en la utilización del método ácido se detallan a continuación en la tabla 6.11, los mismos que han sido ajustados socialmente con factores de Bolivia:

Tabla 6.11: Costos variables anuales método ácido

Costos Variables Anuales			
Detalle	Valor	Factor de Ajuste	Flujo Social
Pago de explosivos	\$ 24.300,00	1,19	\$ 28.917,00
Pago por alquiler de molino	\$ 23.040,00	1,19	\$ 27.417,60
Pago de viajes de cuarzo	\$ 6.720,00	1,19	\$ 7.996,80
Pago en ferretería	\$ 7.200,00	1,19	\$ 8.568,00
Pago de material de mina brocas,barre	\$ 6.480,00	1,19	\$ 7.711,20
Pago de aceites, filtros,etc	\$ 1.920,00	1,19	\$ 2.284,80
Compra de diesel	\$ 4.800,00	1,19	\$ 5.712,00
Pago por cargar la arena a lixiviación	\$ 3.120,00	1,19	\$ 3.712,80
Alquiler de tanques de lixiviación	\$ 7.200,00	1,19	\$ 8.568,00
Compra de viruta de zinc	\$ 2.520,00	1,19	\$ 2.998,80
Compra de cianuro	\$ 10.800,00	1,19	\$ 12.852,00
Compra de bórax	\$ 360,00	1,19	\$ 428,40
Compra de ácido nítrico	\$ 528,00	1,19	\$ 628,32
Alquiler de área de fundición	\$ 1.440,00	1,19	\$ 1.713,60
Compra de gas, oxígeno, lustres, etc.	\$ 3.120,00	1,19	\$ 3.712,80
Pago a fundidor	\$ 1.800,00	1,19	\$ 2.142,00
Total	\$ 105.348,00		\$ 125.364,12

Fuente: Elaborada por los autores

6.6.2.2 Costos Variables Método de Amalgamación

Los costos variables anuales promedios en mina y en el proceso de lixiviación a los que se incurren en la utilización del método de amalgamación se detallan en la tabla 6.12, los mismos que han sido ajustados socialmente con factores de Bolivia:

Tabla 6.12: Costos variables anuales método amalgamación

Costos Variables Anuales			
Detalle	Valor	Factor de Ajuste	Flujo Social
Pago de explosivos	\$ 24.300	1,19	\$ 28.917
Pago por alquiler de molino	\$ 23.040	1,19	\$ 27.418
Pago de viajes de cuarzo	\$ 6.720	1,19	\$ 7.997
Pago en ferretería	\$ 7.200	1,19	\$ 8.568
Pago de material de mina brocas,barrenos,	\$ 6.480	1,19	\$ 7.711
Pago de aceites, filtros,etc	\$ 1.920	1,19	\$ 2.285
Compra de mercurio, panelas, etc.	\$ 960	1,19	\$ 1.142
Compra de diesel	\$ 4.800	1,19	\$ 5.712
Pago por cargar la arena a lixiviación	\$ 3.120	1,19	\$ 3.713
Alquiler de tanques de lixiviación	\$ 7.200	1,19	\$ 8.568
Compra de viruta de zinc	\$ 2.520	1,19	\$ 2.999
Compra de cianuro	\$ 10.800	1,19	\$ 12.852
Compra de bórax	\$ 360	1,19	\$ 428
Compra de ácido nítrico	\$ 264	1,19	\$ 314
Alquiler de área de fundición	\$ 1.440	1,19	\$ 1.714
Compra de gas, oxígeno, lustres, etc.	\$ 3.120	1,19	\$ 3.713
Fundición	\$ 1.800	1,19	\$ 2.142
Total	\$ 106.044		\$ 126.192

Fuente: Elaborada por los autores

6.6.3 Costo de Personal de Producción

El personal de producción se estima a partir de las necesidades de un pequeño minero en el distrito Zaruma-Portovelo sin importar el método de recuperación del oro a utilizarse y ajustados socialmente con factores de Bolivia como se detalla a continuación en la tabla 6.13:

Tabla 6.13: Costo de Personal de Producción

Costos de Personal de Producción					
Cantidad	Detalle	Mensual	Anual	Factor de Ajuste	Flujo Social
1	Jefe de Mina	\$ 900	\$ 14.144	1	\$ 14.144
2	Barrenadores	\$ 1.500	\$ 23.347	0,64	\$ 14.942
2	Ayudantes de barrenadores	\$ 900	\$ 14.144	0,64	\$ 9.052
3	Transportadores de cuarzo	\$ 1.800	\$ 27.948	0,64	\$ 17.887
1	Polvorero	\$ 450	\$ 7.242	0,64	\$ 4.635
3	Molineros	\$ 1.500	\$ 23.347	0,64	\$ 14.942
1	Clasificador de material	\$ 480	\$ 7.702	0,64	\$ 4.929
Total		\$ 7.530	\$ 117.875		\$ 80.532

Fuente: Elaborada por los autores

6.6.4 Costo del Personal Administrativo

El personal administrativo se estima a partir de las necesidades de un pequeño minero en el distrito Zaruma-Portovelo para llevar un control administrativo eficiente de la producción ajustada socialmente con factores de Bolivia y que son mostrados a continuación:

Tabla 6.14: Costo del Personal Administrativo

Costos de Personal Administrativo					
Cantidad	Detalle	Mensual	Anual	Factor de Ajuste	Flujo Social
1	Administrador	\$ 1.200	\$ 18.746	1	\$ 18.746
1	Secretaria	\$ 450	\$ 7.242	0,64	\$ 4.635
1	Contador	\$ 700	\$ 11.077	1	\$ 11.077
Total		\$ 2.350	\$ 37.064		\$ 34.457

Fuente: Elaborada por los autores

6.6.5 Depreciación

La depreciación será realizada por el método de línea recta, tanto para los equipos de mina como para los equipos de oficinas, como se detalla a continuación en la tabla 6.15 y 6.16

Tabla 6.15 Depreciación de equipos en mina

Depreciación equipos en mina				
Equipos	Valor	Vida Útil	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada
Compra de Compresor	\$ 20.000	10	\$ 2.000	\$ 20.000
Máquinas de barrenar	\$ 4.500	10	\$ 450	\$ 4.500
Tubería	\$ 6.000	10	\$ 600	\$ 6.000
Rieles	\$ 8.000	10	\$ 800	\$ 8.000
Extractor de aire	\$ 1.500	10	\$ 150	\$ 1.500
Pulmón de aire	\$ 4.000	10	\$ 400	\$ 4.000
Baños	\$ 1.200	10	\$ 120	\$ 1.200
Bodegas	\$ 3.000	10	\$ 300	\$ 3.000
Polvorín	\$ 4.000	10	\$ 400	\$ 4.000
Construcción de tolvas	\$ 9.000	10	\$ 900	\$ 9.000
Carros de mina	\$ 6.000	10	\$ 600	\$ 6.000
Instalaciones eléctricas	\$ 3.500	10	\$ 350	\$ 3.500
Winche	\$ 5.000	10	\$ 500	\$ 5.000
Cable y balde del winche	\$ 1.900	10	\$ 190	\$ 1.900

Fuente: Elaborada por los autores

Tabla 6.16 Depreciación equipos de oficina

Depreciación equipos de oficina				
Equipos	Valor	Vida Útil	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada
Oficinas	\$ 6.000,00	10	\$ 600	\$ 6.000
Baños	\$ 1.200,00	10	\$ 120	\$ 1.200
Computador	\$ 600,00	3	\$ 200	\$ 600
Impresora	\$ 180,00	3	\$ 60	\$ 180
Sillas	\$ 350,00	3	\$ 117	\$ 350
Escritorios	\$ 700,00	3	\$ 233	\$ 700
Archivadores	\$ 450,00	3	\$ 150	\$ 450

Fuente: Elaborada por los autores

6.7 Tasa de Descuento Social

La tasa de descuento social apropiada para analizar la viabilidad del proyecto es de 12,07% debido a que se toma como referencia los factores sociales de Bolivia para descontar los flujos sociales obtenidos a partir de los ingresos y costos sociales para cada método de recuperación del oro propuestos en el análisis.

6.8 Flujo de efectivo social

El estado de flujo de efectivo es un estado financiero donde se proyecta las entradas y salidas de dinero en un tiempo a evaluar.

El objetivo del flujo de efectivo es de medir la capacidad monetaria que tiene la empresa para generar efectivo y de esta manera pueda cumplir con sus obligaciones. A continuación se detallan los respectivos flujos de efectivo social de ambos métodos en las tablas 6.17 y 6.18

6.8.1 Flujo de Efectivo Social Método Propuesto (Uso de ácido nítrico)

Tabla 6.17: Flujo de efectivo social método propuesto

	0	1	2	3	4	5
ORO		\$ 65.250,50	\$ 65.250,50	\$ 65.250,50	\$ 65.250,50	\$ 65.250,50
ORO FINO		\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72
PLATA		\$ 11.491,71	\$ 11.491,71	\$ 11.491,71	\$ 11.491,71	\$ 11.491,71
BENEFICIOS		\$ 332.724,93	$ 332.724,93	$ 332.724,93	$ 332.724,93	$ 332.724,93
PERSONAL DE PRODUCCIÓN		\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00
COSTOS VARIABLES		\$ 125.364,12	\$ 125.364,12	\$ 125.364,12	\$ 125.364,12	\$ 125.364,12
DEPRECIACIÓN		\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00
UTILIDAD BRUTA		$ 119.068,81	$ 119.068,81	$ 119.068,81	$ 119.068,81	\$ 119.068,81
PERSONAL ADMINISTRATIVO		\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14
COSTOS FIJOS		\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60
DEPRECIACIÓN		\$ 1.480,00	\$ 1.480,00	\$ 1.480,00	\$ 720,00	\$ 720,00
UAPT		\$ 64.401,06	\$ 64.401,06	\$ 64.401,06	\$ 65.161,06	\$ 65.161,06
PT(15%)		\$ 9.660,16	\$ 9.660,16	\$ 9.660,16	\$ 9.774,16	\$ 9.774,16
UAIMP		\$ 54.740,90	\$ 54.740,90	\$ 54.740,90	\$ 55.386,90	\$ 55.386,90
IMP. (22%)		\$ 12.043,00	\$ 12.043,00	\$ 12.043,00	\$ 12.185,12	\$ 12.185,12
UTILIDAD NETA		\$ 42.697,90	\$ 42.697,90	\$ 42.697,90	\$ 43.201,78	\$ 43.201,78
DEPRECIACIÓN		\$ 9.240,00	\$ 9.240,00	\$ 9.240,00	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00
INVERSIÓN INICIAL	\$ 131.114,20					
VALOR DE SALVAMENTO						
FLUJO DE EFECTIVO SOCIAL	\$ (131.114,20)	\$ 51.937,90	\$ 51.937,90	\$ 51.937,90	\$ 51.681,78	\$ 51.681,78

	6	7	8	9	10
ORO	\$ 65.250,50	\$ 65.250,50	\$ 65.250,50	\$ 65.250,50	\$ 65.250,50
ORO FINO	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72
PLATA	\$ 11.491,71	\$ 11.491,71	\$ 11.491,71	\$ 11.491,71	\$ 11.491,71
BENEFICIOS	\$ 332.724,93	$ 332.724,93	$ 332.724,93	$ 332.724,93	$ 332.724,93
PERSONAL DE PRODUCCIÓN	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00
COSTOS VARIABLES	\$ 125.364,12	\$ 125.364,12	\$ 125.364,12	\$ 125.364,12	\$ 125.364,12
DEPRECIACIÓN	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00
UTILIDAD BRUTA	$ 119.068,81	$ 119.068,81	$ 119.068,81	$ 119.068,81	\$ 119.068,81
PERSONAL ADMINISTRATIVO	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14
COSTOS FIJOS	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60
DEPRECIACIÓN	\$ 720,00	\$ 720,00	\$ 720,00	\$ 720,00	\$ 720,00
UAPT	\$ 65.161,06	$ 65.161,06	$ 65.161,06	$ 65.161,06	$ 65.161,06
PT(15%)	\$ 9.774,16	\$ 9.774,16	\$ 9.774,16	\$ 9.774,16	\$ 9.774,16
UAIMP	\$ 55.386,90	$ 55.386,90	$ 55.386,90	$ 55.386,90	$ 55.386,90
IMP. (22%)	\$ 12.185,12	\$ 12.185,12	\$ 12.185,12	\$ 12.185,12	\$ 12.185,12
UTILIDAD NETA	\$ 43.201,78	$ 43.201,78	$ 43.201,78	$ 43.201,78	$ 43.201,78
DEPRECIACIÓN	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00
INVERSIÓN INICIAL					
VALOR DE SALVAMENTO					\$ 20.000,00
FLUJO DE EFECTIVO SOCIAL	\$ 51.681,78	\$ 51.681,78	\$ 51.681,78	\$ 51.681,78	\$ 71.681,78

Fuente: Elaborada por los autores

6.8.2 Flujo de Efectivo Social Método Actual (Uso de mercurio)

Tabla 6.18: Flujo de efectivo social método de amalgamación

	0	1	2	3	4	5
ORO AMALGADO		\$ 60.231,23	\$ 60.231,23	\$ 60.231,23	\$ 60.231,23	\$ 60.231,23
ORO FINO		\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72
PLATA		\$ 11.076,34	\$ 11.076,34	\$ 11.076,34	\$ 11.076,34	\$ 11.076,34
BENEFICIOS		\$ 327.290,29	$ 327.290,29	$ 327.290,29	$ 327.290,29	$ 327.290,29
PERSONAL DE PRODUCCIÓN		\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00
COSTOS VARIABLES		\$ 126.192,36	\$ 126.192,36	\$ 126.192,36	\$ 126.192,36	\$ 126.192,36
DEPRECIACIÓN		\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00
UTILIDAD BRUTA		$ 112.805,93	$ 112.805,93	$ 112.805,93	$ 112.805,93	\$ 112.805,93
PERSONAL ADMINISTRATIVO		\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14
COSTOS FIJOS		\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60
DEPRECIACIÓN		\$ 1.480,00	\$ 1.480,00	\$ 1.480,00	\$ 720,00	\$ 720,00
UAPT		\$ 58.138,18	\$ 58.138,18	\$ 58.138,18	\$ 58.898,18	\$ 58.898,18
PT(15%)		\$ 8.720,73	\$ 8.720,73	\$ 8.720,73	\$ 8.834,73	\$ 8.834,73
UAIMP		\$ 49.417,45	\$ 49.417,45	\$ 49.417,45	\$ 50.063,45	\$ 50.063,45
IMP. (22%)		\$ 10.871,84	\$ 10.871,84	\$ 10.871,84	\$ 11.013,96	\$ 11.013,96
UTILIDAD NETA		\$ 38.545,61	\$ 38.545,61	\$ 38.545,61	\$ 39.049,49	\$ 39.049,49
DEPRECIACIÓN		\$ 9.240,00	\$ 9.240,00	\$ 9.240,00	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00
INVERSIÓN INICIAL	\$ 131.114,20					
VALOR DE SALVAMENTO						
FLUJO DE EFECTIVO SOCIAL	\$ (131.114,20)	\$ 47.785,61	\$ 47.785,61	\$ 47.785,61	\$ 47.529,49	\$ 47.529,49

	6	7	8	9	10
ORO AMALGADO	\$ 60.231,23	\$ 60.231,23	\$ 60.231,23	\$ 60.231,23	\$ 60.231,23
ORO FINO	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72	\$ 255.982,72
PLATA	\$ 11.076,34	\$ 11.076,34	\$ 11.076,34	\$ 11.076,34	\$ 11.076,34
BENEFICIOS	\$ 327.290,29	$ 327.290,29	$ 327.290,29	$ 327.290,29	$ 327.290,29
PERSONAL DE PRODUCCIÓN	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00	\$ 80.532,00
COSTOS VARIABLES	\$ 126.192,36	\$ 126.192,36	\$ 126.192,36	\$ 126.192,36	\$ 126.192,36
DEPRECIACIÓN	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00	\$ 7.760,00
UTILIDAD BRUTA	$ 112.805,93	$ 112.805,93	$ 112.805,93	$ 112.805,93	\$ 112.805,93
PERSONAL ADMINISTRATIVO	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14	\$ 34.457,14
COSTOS FIJOS	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60	\$ 18.730,60
DEPRECIACIÓN	\$ 720,00	\$ 720,00	\$ 720,00	\$ 720,00	\$ 720,00
UAPT	\$ 58.898,18	$ 58.898,18	$ 58.898,18	$ 58.898,18	$ 58.898,18
PT(15%)	\$ 8.834,73	\$ 8.834,73	\$ 8.834,73	\$ 8.834,73	\$ 8.834,73
UAIMP	\$ 50.063,45	$ 50.063,45	$ 50.063,45	$ 50.063,45	$ 50.063,45
IMP. (22%)	\$ 11.013,96	\$ 11.013,96	\$ 11.013,96	\$ 11.013,96	\$ 11.013,96
UTILIDAD NETA	$ 39.049,49	$ 39.049,49	$ 39.049,49	$ 39.049,49	\$ 39.049,49
DEPRECIACIÓN	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00	\$ 8.480,00
INVERSIÓN INICIAL					
VALOR DE SALVAMENTO					\$ 20.000,00
FLUJO DE EFECTIVO SOCIAL	\$ 47.529,49	\$ 47.529,49	\$ 47.529,49	\$ 47.529,49	\$ 67.529,49

Fuente: Elaborada por los autores

6.9 Índices de Evaluación Social

Para analizar la viabilidad del proyecto social que se desea implementar en el Distrito minero Zaruma-Portovelo se debe calcular índices de valoración social tales como:

- VAN Social
- TIR Social
- Relación Beneficio/Costo

6.9.1 VAN Social

Es el valor actual de los beneficios netos que genera el proyecto durante toda su vida. El valor actual neto es una herramienta financiera que permite valorar el beneficio económico actual descontando los flujos esperados a una tasa que en este caso será la tasa social de descuento de 12,07%.

Para poder evaluar la viabilidad del proyecto con ayuda del VAN tenemos 3 opciones:

- Si el VAN es mayor a 0, se dice que el proyecto es aceptable por ende sería viable.
- Si el VAN es igual a 0, se dice que el proyecto es indiferente.
- Si el VAN es menor a 0, es proyecto claramente no es viable.

Por lo tanto, el VAN Social para el método de uso de ácido nítrico es:

TASA DE DESCUENTO SOCIAL	12,07%
VAN SOCIAL	\$ 167.078,33

Mientras que el VAN Social para el método de amalgamación es:

TASA DE DESCUENTO SOCIAL	12,07%
VAN SOCIAL	\$ 143.684,05

Esto nos conlleva a concluir inicialmente que nuestro proyecto es socialmente viable porque nos genera un mayor VAN Social con lo cual los pequeños mineros del Distrito Minero Zaruma-Portovelo maximizarían sus beneficios económicos.

6.9.2 TIR SOCIAL

La Tasa Interna de Retorno es un indicador de la rentabilidad de un proyecto. Por esta razón, se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

Por lo tanto, la TIR Social para el método de uso de ácido nítrico es:

TASA DE DESCUENTO SOCIAL	12,07%
TIR SOCIAL	38,22%

Mientras que la TIR Social para el método de amalgamación es:

TASA DE DESCUENTO SOCIAL	12,07%
TIR SOCIAL	34,80%

Como se puede apreciar empleando el método ácido se obtiene una TIR de 38,34% mientras que el método de amalgamación genera una TIR de 34,92, por ende el método propuesto sería mejor. Se puede concluir que la inversión es viable ya que la TIR que se obtiene por el método propuesto superior a la que genera el método tradicional.

6.9.3 Relación Beneficio/Costo

Esta relación también nos permite conocer si un proyecto es viable socialmente cuando la relación beneficio/costo es mayor a 1 por lo cual se procede a calcular esta relación para las dos alternativas de extracción de oro.

Por lo tanto, la relación beneficio/costo para el método de uso de ácido nítrico es:

BAUE	\$ 332.724,93
CAUE	\$ 313.009,36
BENEFICIO/COSTO	1,06

Mientras que la relación beneficio/costo para el método de amalgamación es:

BAUE	\$ 327.290,29
CAUE	\$ 311.727,01
BENEFICIO/COSTO	1,05

Los resultados nos conllevan al mismo análisis obtenido a través del VAN Social y la TIR Social ya que incrementalmente el proyecto social es viable al obtener una mayor relación beneficio/costo por lo cual se considera que va a existir un beneficio social en el distrito minero Zaruma-Portovelo al implementar este proyecto social.

6.9.4 Relación Beneficio/Costo (Método Acido/Método Amalgamación)

Método Acido	1,06
Método Amalgamación	1,05
BENEFICIO/COSTO	1,01

La diferencia de la relación beneficio/costo entre el método ácido y el método de amalgamación es de 1,01 el mismo que es mayor a 1, por ende se puede concluir que el método propuesto es viable socialmente maximizando los beneficios de los pequeños mineros y a la vez aportara al desarrollo socio-económico del distrito minero Zaruma-Portovelo.

6.10 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es muy útil al momento de tomar decisiones de inversión, ya que nos permite conocer que tan sensible serían los flujos de caja y el van si cambiaran los escenarios tanto de producción, precio, entre otros. Y realizar estimaciones por si cambiaran esas variables o existiesen errores iniciales de apreciación en los datos.

Para realizar el análisis de sensibilidad del presente proyecto se ha tomado en consideración tres tipos distintos de escenario: Optimista, Medio y Pesimista. Tanto para el método de amalgamación como el método ácido se llevó el mismo análisis comparándolos entre sí para medir su viabilidad.

En donde El escenario medio hemos considerado los datos que actual mente se mantienen en el proyecto. Como variables para este análisis hemos seleccionado el precio, ya que este metal representa el mayor porcentaje de ingresos del proyecto.

6.10.1 Precio vs Relación Beneficio/costo (Método ácido y Método amalgamación)

Tabla 6.19: Precio vs Relación Beneficio/costo

METODO ACIDO VS METODO AMALGAMACION			
	OPTIMISTA	PROMEDIO	PESIMISTA
B/C ACIDO	1,39	1,06	0,56
B/C AMALGAMACION	1,38	1,05	0,55
B/C INCREMENTAL	1,01	1,01	1,02

Fuente: Elaborado por los autores

Como se puede apreciar el proyecto siempre sería viable ante la sensibilidad del precio ya que la relación beneficio/costo incremental es mayor a 1 en los tres escenarios propuestos.

6.10.2 Precio vs VAN (Método ácido y método amalgamación)

Tabla 6.20: Precio vs VAN

METODO ACIDO VS METODO AMALGAMACION			
	OPTIMISTA	PROMEDIO	PESIMISTA
VAN ACIDO	887.564,47	167.708,94	(552.275,25)
VAN AMALGAMACION	852.922,46	144.314,66	(564.702,18)
VAN INCREMENTAL	34.642,01	23.394,28	12.426,93

Fuente: Elaborado por los autores

Como se puede apreciar el proyecto siempre sería viable ante la sensibilidad del precio ya que el VAN incremental es mayor a cero en los tres escenarios propuestos

CAPÍTULO 7

7 CONCLUSIONES

Para el desarrollo y presentación del análisis comparativo del método ácido con los métodos tradicionales usados en la recuperación de oro en el distrito minero Zaruma - Portovelo, se analizaron por medio del árbol de causa y efecto y la matriz de vester que se detallan en las tablas 3.3 y 3.4 respectivamente, problemas económicos y sociales que afectan a los pequeños mineros a causa de la utilización de métodos precarios, destacándose entre ellos, el más usado, el de amalgamación (uso de mercurio), que como se ha expuesto a lo largo de este trabajo, es altamente tóxico y ha dejado efectos negativos en la zona, por lo que se plantea una técnica alternativa de recuperación de oro (método ácido), la misma que será favorable y conveniente tanto en lo económico como en lo social.

Por medio de la prueba de factores inter-sujetos (ANOVA) que se detalla en la tabla 5.7, se pudo reconocer factores predominantes en el estudio de la muestra; entre ellos se observa que los habitantes, en edad promedio de 35 – 40 años y que residen en el sector urbano no tienen un alto nivel de educación superior, lo cual influye en su escaso conocimiento de nuevas técnicas de recuperación de oro, además la falta de investigación y gestión ambiental no han permitido que se desarrolle una minería responsable en la zona, con procesos y sistemas amigables que reduzcan el impacto ambiental causado con los métodos de recuperación de oro utilizados hasta la actualidad

Mediante los análisis efectuados entre el método propuesto (Acido) y el método practicado (amalgamación), se pudo concluir que los pequeños mineros percibirían un mayor beneficio económico, ya que mediante la utilización del método acido se obtiene una mayor cantidad de gramos de oro en comparación con el método de amalgamación, lo mismo que se pudo apreciar en las pruebas realizadas con la molienda de 72 toneladas de cuarzo (material aurífero), mismas que se dividieron en partes iguales las arenas ricas para realizar las prueba por ambos métodos, con el método propuesto (ácido) se recuperó una cantidad de 130 gramos al mes (ver tabla 6.7), frente a los 120 gramos al mes (ver tabla 6.8) usando el método de amalgamación. Cabe mencionar que

con el uso del método ácido se obtuvo un beneficio adicional al recuperar plata la cual no es posible recuperar con el método de amalgamación.

Así mismo teniendo en consideración el medio ambiente, se puede concluir que con la utilización del método propuesto (ácido) elimina la utilización del mercurio el cual es considerado altamente tóxico a nivel mundial.

Mediante el uso de la relación beneficio/costo se pudo concluir que el método ácido es viable socialmente, de esta manera los pequeños mineros estarían maximizando sus beneficios económicos lo cual no lo están logrando por la utilización del método de amalgamación.

Analizando el VAN obtenido por método de amalgamación que fue de \$143.684,05 frente a él VAN generado por el método propuesto (Ácido) que fue de \$ 167.078,94 se concluye que el proyecto es viable socialmente ya que el propuesto nos genera un mayor VAN lo cual los pequeños mineros maximizarían sus beneficios económicos.

Analizando la TIR obtenida por el método propuesto (Ácido) que es de 38,22% frente a la TIR generada por el método amalgamación que fue de 34,80%, se concluye que el proyecto es socialmente viable ya que el método que se está proponiendo genera un TIR mayor por lo que los pequeños mineros estarían maximizando sus beneficios económicos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Albert, L. A. (2013). LOS PELIGROS DEL MERCURIO: El caso del estado de Veracruz. *La Jornada Veracruz*, 8.
- Anónimo. (s.f.). Separación por fundición. *libromedmin*, capítulo 5.6.3.2.
- ARANA ZEGARRA, M. (2009). EL CASO DEL DERRAME DE MERCURIO EN CHOROPAMPA Y LOS DAÑOS A LA SALUD EN LA POBLACIÓN RURAL EXPUESTA. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*.
- Arauco Canturín, M. F. (Septiembre de 2012). *Universidad Cesar Vallejo "Escuela de Postgrado"*. Recuperado el Marzo de 2014, de http://maestriaucvhuacho.blogspot.com/2012_09_01_archive.html
- Castro, C. M. (2012). *Scribd*. Recuperado el 29 de 10 de 2013, de La Matriz de Vester: <http://es.scribd.com/doc/35150680/La-Matriz-de-Vester>
- Cea D'Ancona, M. Á. (2002). *Universidad Complutense de Madrid*. Recuperado el Marzo de 2014, de Departamento Sociología IV: http://pendientedemigracion.ucm.es/info/socivmyt/paginas/D_departamento/materiales/analisis_datosyMultivariable/20factor_SPSS.pdf
- Celina Oviedo, H., & Campo Arias, A. (2005). *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIV. 572-580. Recuperado el Marzo de 2014, de Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634409>
- científicas, C. s. (1995). El refinado de oro. *Revista de metalurgia*.
- Correa, P. R. (17 de ABRIL de 2007). (A. D. AFP, Entrevistador)
- Curso Ambient. (2007 - 2008).

D'itri, & D'itri. (1977).

Echave, J. d. (2003). *Gobernabilidad e Industrias Extractivas en Ecuador, Perú y Guatemala: el Caso de la Minería*.

ECONOMÍA, R. (12 de JUNIO de 2013). La reserva minera de Ecuador llega a \$ 217.000 millones. *EL TELÉGRAFO*.

EFE. (16 de ENERO de 2013). Ecuador, en la lista de mayores emisores del tóxico mercurio en minería. *EL COMERCIO*.

García, R., & González, J. y. (2010). *Universidad de Valencia*. Obtenido de http://www.uv.es/innovamide/spss/SPSS/SPSS_0801B.pdf

García-Bellido, R., & González Such, J. y. (2010).

Hruschka, F. (1997).

IDROVO, A. J., MANOTAS, L. E., VILLAMIL DE GARCÍA, G., SILVA, E., ROMERO, S. A., & AZCÁRATE, C. E. (2011). NIVELES DE MERCURIO Y PERCEPCIÓN DEL RIESGO EN UNA POBLACIÓN MINERA AURÍFERA DDEL GUAINÍA (ORINOQUÍA COLOMBIANA). *BIOMÉDICA*, 134 - 141.

INEC. (2010). Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: www.inec.gob.ec

Jiménez, J. J. (1999). El desarrollo económico de Australia: Un enfoque regional. *MÉXICO Y LA CUENCA DEL PACÍFICO*, 9- 12.

KURAMOTO, J. (2001). *Minería artesanal e informal en el Perú*. LIMA: GRADE.

MANCERA RODRÍGUEZ, N. J., & ÁLVAREZ LEÓN, R. (2006). ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE MERCURIO Y

OTROS METALES PESADOS EN PECES DULCEACUÍCOLAS DE COLOMBIA. *Acta Biológica Colombiana*, 3 - 23.

Manzano, O. (03 de Julio de 2013). *Suite*. Obtenido de La fiebre del Oro: www.suite101.net

Martínez , E., & Cohen, R. (2004). Formulación, Evaluación y Monitoreo de Proyectos Sociales. División de Desarrollo Social. En E. Martínez, & R. Cohen, *Formulación, Evaluación y Monitoreo de Proyectos Sociales. División de Desarrollo Social*. CEPAL.

MERCURY WATCH. (s.f.). Obtenido de www.mercurywatch.org

MURILLO CARRIÓN, R. (2000). *ZARUMA, HISTORIA MINERA IDENTIDAD EN PORTOVELO*. ABYA - YALA.

Nacional, R. d. (2013). *Ley Organica reformatoria a la ley de mineria, a la ley reformatoria para la equidad tributaria en el Ecuador y a la ley organica de regimen tributario interno*. Quito.

Nawrath, H. M. (2014). *Validez y Fiabilidad con SPSS*.

OLIVERO VERBEL, J., & JOHNSON RESTREPO, B. (2002). *EL LADO GRIS DE LA MINERÍA DEL ORO: LA CONTAMINACIÓN CON MERCURIO EN EL NORTE DE COLOMBIA*. CARTAGENA: Universitaria.

OLIVERO, J., MENDOZA, C., & MESTRE, J. (1995). Mercurio en cabello de diferentes grupos ocupacionales en una zona de minería aurífera en el Norte de Colombia. *Saúde Pública*.

PALLARES, M. A., FERREIRA, F. L., & DURÁN, B. R. (2010). *EL MERCURIO COMO CONTAMINANTE AMBIENTAL Y AGENTE NEUROTÓXICO*. UNIVERSIDAD VIGO.

PL. (8 de FEBRERO de 2014). Obtenido de PRENSA LATINA: <http://www.prensa-latina.cu/>

POSADA, M. I., & ARROYAVE, M. D. (2006). EFECTOS DEL MERCURIO SOBRE ALGUNAS PLANTAS ACUÁTICAS TROPICALES. *EIA*, 57-67.

Prieto, E. O. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. *Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES)*.

Robles, B. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico. 39-49.

ROLDÁN, G. (1992). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Rosa García Bellido, J. G. (2010). *Universidad de Valencia*. Recuperado el Marzo de 2014, de InnvaMIDE: <http://www.uv.es/innovamide/spss/fiabilidad.wiki>

SÁNCHEZ, J. M., & ENRÍQUEZ, S. M. (1996). *IMPACTO AMBIENTAL DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA MINERÍA EN CHILE*. DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE.

Sandoval, Fabián. (2001). *La Pequeña Minería en el Ecuador*. Mining, Minerals and Sustainable Development.

Sunderman. (1988).

- Valencia, W. A. (2002). EL ARBOL CAUSA Y EFECTOS UNA METODOLOGÍA PARA LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN PRIVADA. *Gest. Terc. Milen.*
- Vallejo, P. M. (2013). El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios.
- VARELA, M. (2010). LAS ACTIVIDADES EXTRACTIVAS EN ECUADOR. *ECUADOR DEBATE*, 138.
- Veiga, M., & Meech, J. A. (1995). A heuristic system on mercury pollution in the Amazon. *Water, Air, and Soil Pollution.*
- YARTO, R. M., GAVILÁN, G. A., & CASTRO, D. J. (2004). LA CONTAMINACIÓN POR MERCURIO EN MÉXICO. *GACETA ECOLÓGICA*, 74.

ANEXOS

Anexo 1: Entrevista a PhD. Paúl Carrión

Docente ESPOL Facultad Ciencia de la Tierra y Director de CIPAT

¿Qué es la minería?

La minería en general es la explotación de recursos naturales específicamente recursos mineros que se lo hace buscando el beneficio de la sociedad o de grupos empresariales pero al final es en beneficio de la sociedad.

¿Estos recursos son renovables o no?

Son recursos no renovables, en la mayoría de los casos de la minería son recursos no renovables aunque hay casos específicos que se pueden plantear y que son renovables. Por ejemplo cuando uno tiene un acuífero costero y el acuífero costero tiene agua debajo se hacen pozos y se explota el agua subterránea en el acuífero debajo de la tierra el agua empieza a descender pero a veces se hacen cisternas de recargas de ese acuífero para que cuando llueva el acuífero se recargue en este caso sería la excepción pero los recursos minerales son no renovables.

¿Qué tipos de minería Ud. conoce?

Aquí en Ecuador existe la minería metálica: oro, plata, cobre y en general zinc. La minería no metálica q corresponde a todo lo que es árido, materiales de construcción q se utilizan para todas las infraestructuras, construcción de edificios y materiales para carreteras todo lo q es árido sería la minería no metálica también existe la minería de recursos energéticos petróleo carbón y otra que es la minería especial que es con el aprovechamiento de acuífero cuando hay que hacer pozos de agua.

¿Ud. conoce la minería de cielo abierto, alumbra o subterráneo?

En la minería metálica el método de explotación puede ser minería subterránea es decir hacerlo bajo tierra o puede hacerlo también a cielo abierto por ejemplo e la minería no metálica los áridos son normalmente a cielo abierto uno explota aprovechando que hay

un cerro o una parte destapada y empieza a asacar eso se llama a cielo abierto cuando todo el mundo lo puede ver

¿Cuál cree Ud. que sea la más contaminante?

La más contaminante depende de los procesos, pero la minería a cielo abierto tiene un impacto visual fuerte, cuando la gente ve algo por ejemplo cuando ve que hay deforestación o que se derrumba un cerro es un impacto visual muy fuerte que ud no lo puede evadir ósea no se quiere decir que es la más contaminante pero el impacto visual es más fuerte

El impacto ambiental que se da a cielo abierto o en alumbraera o en subterránea aparte de la deforestación por ejemplo la subterránea que impactos ambientales tendría

En la subterránea hay un impacto ambiental que a veces la gente no la ve. en la subterránea cuando se hace galerías el agua que esta se va filtrando y todo se va reuniendo e las galerías pero al ir en contacto con toda la superficie de explotación de metales oxidación y todo eso, cuando sale el agua es un agua acida y esa agua acida cuando sale a un rio es un agua altamente contaminante por eso la ley nunca les obliga que antes de Salir el agua a un recurso natural tiene que ser tratada entonces en la minería subterránea uno de los factores más contaminantes es el agua. Ahora hay otros factores ambientales que son momentáneos en la operatividad del trabajo que tiene que ver con los riesgos laborales cuando utilizan explosivos cuando se usa explosivos eso en un momento se llena de gases, la persona que trabaja ahí tiene que salir tiene que haber una buena ventilación pero esa es una contaminación ambiental momentánea que está ligada al trabajo y que se la puede tratar en los riesgos laborales

¿Cree Ud. que la minería genera oportunidades económicas y laborales para la población local? ¿Porque?

Sí, yo creo que la minería genera oportunidades de trabajo y probablemente va a generar muchísimas oportunidades en el Ecuador. La industria petrolera fue algo que creció y ahora está en su plan descendente el 50% de PIB del Ecuador está ligado al petróleo si esto cae, quiere decir que tendríamos serios problemas, el gobierno justamente en su matriz productiva está levantando la minería por si en algún momento el petróleo baja, la minería entraría a sustituirlo y así la economía del Ecuador se

mantiene se genera oportunidades de trabajo, el desarrollo comercial y productivo en ese aspecto la minería está siendo un factor estratégico en este gobierno. La minería representa bastante como ejemplo: Chile, Perú y Argentina. Y en Ecuador que está en la misma línea de la cordillera la minería de metales representa poco. Lo que ha habido es la minería de energético; petróleo

En la minería artesanal se usa el mercurio para la recuperación del oro, el cual es lanzado como vapor y en el momento de la amalgamación se condensa, baja al agua y por ende se contamina los ríos, peces y llega a la cadena alimenticia del ser humano y al agua la cual se usa en actividades de uso diario.

Correa comentaba que la pequeña minería es la más contaminante mientras que la minería a gran escala porque tiene mayores recursos y mejor tecnología

¿Por qué cree que los pueblos o ciertos grupos se oponen a esta minería de gran escala que se dice que es menos contaminante?

Hay un registro histórico igual que en el petróleo las grandes empresas hacen grandes negocios y se han preocupado poco de los aspectos sociales de la población, de los aspectos humanos. Esa es una cultura creada aquí entonces la gente cree que vienen las grandes empresas mineras y va a ser lo mismo y en realidad si no hay una obligación o un contrato por parte del estado que los obligue va a ser lo mismo. Entonces debería haber un contrato y todo lo que les obligue a reportar al estado ecuatoriano y a la sociedad donde ellos van a trabajar.

¿Conoce sobre los procesos de recuperación del oro usados en el Ecuador?

Claro, como se comentaba anteriormente en la minería artesanal se usó mucho lo que es el mercurio y ya la nueva ley lo prohibió ósea que cualquiera que use mercurio está faltando a la ley y también deberá que ser sancionado ya está prohibido. Pero también hay otros procesos para la recuperación del oro, que se aplica la cianuración, flotación en realidad es una mezcla de procesos, físicos, mecánicos y químicos y hay muchos procesos que hoy en día son controlables y que van a repercutir poco en el medio ambiente o muy poco si es que se toma las medidas de seguridad. Todos estos procesos,

todas estas tecnologías si son llevadas bajo control, la minería puede ser bienvenida. Pero si van a ser llevadas sin ningún control, la minería va a ser un gran asesino

¿Conoce cómo se podría recuperar el oro artesanalmente disminuyendo la contaminación?

El oro se puede tratar. La primera buena medida del gobierno es quitar el mercurio, porque el mercurio es verdad que recupera el oro pero lo recupera en bajo porcentaje 50 o 40 %, para que nos interesa recuperar el 40 y perder el 60%. Pero ahí hay otros procesos que utilizando tecnología que podría recuperar el 90% pero se necesitara de una ayuda del estado y se va a crear una nueva cultura. El minero va a tener que confiar en el estado y el estado de verdad ayudarlo, sino el minero preferirá usar el mercurio y recuperar el 40% que en realidad está perdiendo pero eso es lo que él ve y es seguro, pero si hubiera una nueva política o un nuevo orden podríamos aprovechar cerca del 90%

¿Cuál cree que es la sustancia más toxica que se utiliza en la recuperación de oro?

El mercurio sin duda.

¿Por qué cree que es más toxica?

El mercurio porque se mantiene en su estado natural, es verdad que se lo quema pero enseguida por la lluvia vuelve a su estado tiene una fijación como elemento químico extrema. No se sale de la planta o del rio porque él va a buscando su estado y otra vez se integra a su medio, no se puede eliminar o descomponer.

¿Cuál cree usted que sea de gran impacto?

Aparte del mercurio, los residuos de los afluentes que se descargan de las minas y de las plantas de tratamiento de los ríos cuando no son tratadas. Por ejemplo las galerías, las aguas acidas y de las plantas de tratamiento porque son las de afluentes con muchos metales pesados ahí mismos se van metales pesados, mercurio, plomo y que se integran al sistema natural. Todo sistema debería tener un control de salida eso si se implementa no hay problema pero como no se implementa, no hay control todo eso va allá, al estado natural

¿Cuáles son las consecuencias tanto ambientales como de salud de seguir usando el mercurio en la recuperación del oro?

Hay algunos estudios en la zona de Zaruma Portovelo, hay enfermedades ya crónicas que tienen las personas por estas sustancias. Les afecta el sistema nervioso, es fatal el tema del mercurio. Pero solo hay pequeños estudios, no existen grandes estudios que muestren estadísticamente las terribles repercusiones que están haciendo en los sectores de los mineros y cuestiones que se fijan en el ser humano y que es hereditario principalmente el sistema nervioso. También hay daño en el desarrollo de los niños, cáncer, retrasos. En las consecuencias ambientales, el mercurio es un elemento que se fija, no se descompone y se adhiere al sistema natural tanto así que Ecuador recibió un reclamo de parte de Perú por todas las contaminaciones entre ellas el mercurio que de los ríos Calera y Amarillo pasan por el río Puyango y va a la cuenca Tumbes – Puyango que va a Perú y toda esa contaminación ya se ha dado en un reclamo diplomático

¿Cómo cree que afecta el mercurio a los mineros que están en mayor contacto?

Primero en la inhalación porque ellos queman mucho y por ende inhalan bastante mercurio y ese es el problema mayoritario que ellos tienen.

¿Al inhalarlo es más tóxico que al estar en contacto?

La inhalación es más tóxica pues eso se aspira y pasa por adentro. Porque nadie va a tener mercurio y beberlo. El problema es cuando están los gases pues es la manera más fácil de entrar a la gente y eso se integra.

¿Cuándo se extrae el oro hay algún proceso de precaución o plan contingente de usar trajes especiales?

Hay varias etapas; el trabajo en minas es cuando las personas van con máquinas o con pico y pala a cavar el terreno y sacan el material, ahí tenemos el tema de seguridad porque muchas veces mueren aplastados o no lo hacen con normas técnicas entonces es un tema de seguridad, de trabajo anti-técnico y de protección, donde se debe usar cascos, guantes.

O los gases cuando hacen explosiones todo ese material que sale de la tierra va a una planta de procesamiento, en la planta de procesamiento puede ser físico o químico. La

planta de procesamiento es un sistema de mercurio. Ahí es cuando empiezan a amalgamar el oro, lo trituran, lo muelen, lo mezclan con el mercurio, como el mercurio atrapa el oro y luego lo queman.

Ejemplo: La arena que viene puede suponerse que tiene el 100% de oro o 10 gramos por tonelada, pero con el mercurio no se recupera los 10 gramos, solo recupera 5 en el mejor de los casos y la otra arena la bota, es decir se está botando. El mercurio no ayuda a recuperar los 10 gramos por tonelada solamente 5 pero peor uno exprime el mercurio claro que puede recuperar el mercurio y después quema porque queda oro con mercurio y eso lo respira, ese mercurio lo puede activar y utilizarlo pero si se emplea otro proceso químico que puede ser cianuración o flotación usted puede recuperar hasta el 90% y de los 10 gramos puede recuperar 9 entonces para que seguir usando el mercurio q le daña su salud y no le ofrece una buena rentabilidad. Pero usar cianuración o flotación cuesta más y ahí viene un problema social, problema de plan de gobierno de cómo ayudarle y un problema cultural, si los pobladores tienen años usando el mercurio ¿van a querer cambiarse al otro? porque el minero es muy desconfiado, que piensa que le van a quitar el oro.

¿El método de flotación en qué consiste?

Flotación es unos químicos y los elementos más pesados pasan a flotar arriba como una espuma y uno ahí los coge o el método de cianuración: se agita con cianuro en un gran tanque oro, cianuro, arena y el cianuro me disuelve el oro. Entonces el oro está en una parte líquida y después la hago precipitar ese es un método más químico, es un método más controlable para la contaminación que el mercurio

¿Causa menos daño en los humanos?

Si el PH es 4 o 5 ósea por debajo del equilibrio puede ser fatal la gente muere con los gases, pero si esa planta se la tiene controlada con un PH mayor que 8 o 9 no va a pasar nada porque ahí no sale gases de cianuro. Tiene sus peligros, pero recupera más y es más controlable ambientalmente

¿Por qué cree que se usa el mercurio todavía?

La gente usa mercurio por costumbre, porque lo vienen haciendo durante años. Además en este proceso ellos ven, lo mezcla y ven lo que se va acumulando. Los procesos como el cianuro en este se hace líquido y en el líquido no se puede ver el oro nunca. Y el minero tiene ese factor de confianza en el mercurio porque lo ve al oro, en el cianuro no se ve y puede decir que lo están engañando al minero. Entonces es una cuestión de costumbre y de cultura, eso hay que trabajarlo.

¿Cree que se puede dar por el costo del mercurio?

La inversión en mercurio es más baja que la inversión de una planta de cianuro o de flotación.

¿Conoce o ha escuchado de algún método alternativo para recuperar el oro y que cause un menor impacto, aparte del cianuro y de flotación que ya hemos hablado?

Hay otros procesos pero dependerán de las condiciones por ejemplo hay métodos netamente físicos pero son más caro y por ende el costo de la ganancia va a ser menor. Pero métodos químicos como cianuro y flotación son métodos buenos cuando se tiene cuidado y las precauciones necesarias de control así el riesgo se puede reducir muchísimo y no tiene que tener riesgos para salud

Hay unas retortas que está en un círculo cerrado y los gases otra vez se condensan y vuelve ahí el mercurio es un aparato económico pero la gente no quiere utilizarlo. Entonces todo esto es un plan de educación y de cultura que el gobierno debe asumir los costos.

¿Debería hacerse una campaña de concientización?

Totalmente, casi todas las cosas deberían venir ligadas a planes de educación y de cultura. La minería como tal requiere de la educación desde la escuela o colegio. Por ejemplo en ciencias naturales cuantas horas le dedicaron a biodiversidad y de geo diversidad, estoy seguro que a la biodiversidad le dieron 9 y de geo diversidad 1. La biodiversidad es agua, planta, aire y de geo diversidad rocas, minerales desde ahí tenemos una pequeña deficiencia. Eso es una falla del sistema educativo porque la biodiversidad está concentrada en la geo diversidad.

¿Por qué cree que no hay esa educación?

Eso es una falla propia del sistema. Pero todo el mundo está más enterado de la medicina que antes, porque se preocupan por bajar de peso, por vivir unos años más por problemas cardiacos. La biodiversidad las plantas y todo eso pero y la tierra. Deberíamos preocuparnos más por estas pequeñas cosas que parecen pero en realidad son de gran importancia.

Anexo 2: Entrevista al Ing. Bolívar Muñoz Soriano**Ing. Bolívar Muñoz****Ing. Geólogo Minero**

¿Conoce Ud. cuáles son los procedimientos de recuperación de oro empleados en el país?

Conozco tres procedimientos, el primero recuperación por carbón activado mediante el uso de cianuro. El otro de recuperación por flotación donde se concentran metales entre ellos el oro y finalmente el que utilizan artesanalmente mediante el uso de gravimetría donde se recupera el oro con mercurio.

¿Considera que los mismos usados actualmente contaminan el medio ambiente?

Por supuesto, debido al uso del cianuro y al mal uso de los procedimientos en los relaves se contamina el ambiente. El proceso de flotación es el más noble con el medio ambiente pero de igual manera existe contaminación, mientras que en gravimetría el uso del mercurio también contamina.

¿Cuál cree Ud. que es el más crítico, por qué?

El de recuperación por gravimetría y cianuración porque son los que más generan contaminación en los ríos.

¿Cómo se podría recuperar el oro artesanalmente, evitando la contaminación ambiental?

Lastimosamente no existe un método artesanal que no contamine. Absolutamente todos los métodos artesanales contaminan.

¿Cree Ud. si las autoridades de regulación minera tienen conocimiento de la contaminación causada por el uso de mercurio en la recuperación de oro?

Pienso que si por cuanto no se necesita ser un especialista para darse cuenta el daño que causa el mal uso del mercurio en el medio ambiente aparte existen tantos estudios indicando los efectos que causa el mismo.

¿Si es así porque permitirán su importación y uso del mismo?

Creo que el estado debería poner las barreras para las importaciones del mercurio y su venta para que el mismo no sea mal empleado y afecte o atente contra sus residentes.

Aunque tengo entendido que el actual gobierno está tomando medidas drásticas para la restricción de este producto.

¿Por qué cree Ud. que se continúa usando mercurio en la minería artesanal?

Porque no existe una verdadera política del gobierno encaminada a dar créditos a los mineros artesanales y puedan invertir en nuevas técnicas de recuperación de oro.

¿Conoce los efectos de la contaminación ambiental por el uso del mercurio?

La contaminación ambiental se inicia atmosféricamente por la emanación de los vapores de este reactivo, lo cual directamente altera a la cadena alimenticia a través de las raíces de la flora que nos proporciona los alimentos, como de los animales que satisfacen nuestra mesa y así también contaminan los peces y por ende los ríos.

¿Cómo afecta a la salud humana el uso del mercurio en la minería artesanal?

En la Salud afecta directamente al torrente sanguíneo y en todos los órganos ocasionando diversas enfermedades al corazón, cerebro, riñones y pulmones. Los principales afectados serían los mineros y las personas que viven en el medio.

¿Conoce Ud. algún sistema alternativo para no emplear el mercurio en dichas labores?

No conozco

Anexo 3: Entrevista a Dr. Juan Ramón

Dr. Juan Antonio Ramón Paucar

Dr. Químico Industrial

¿Conoce cuáles son los procedimientos de recuperación de oro empleados en el país?

Entre los principales y más conocidos, tenemos:

- El más utilizado es concentrando el mineral gravimétricamente, amalgamándolo (utilizando mercurio manualmente en platón o en molino de bolas o de barras más conocidos como chanchas, el mercurio comúnmente es llamado azogue).
- Existe el método de ácido nítrico y fundición directa.
- El método de ácido nítrico y encuartación con cobre para obtener oro fino, de alta ley, del mismo que soy autor.
- Otro método es el combinado de ácido nítrico y agua regia de igual manera que el anterior, para obtener oro de alta ley, del que también soy autor.
- Otro muy difundido es el de lixiviación con cianuro de sodio por percolación y agitación mecánica o neumática y su posterior recuperación sea con zinc en polvo, viruta de zinc o carbón activado.
- Existe otro igualmente bien difundido, es la concentración por flotación y su posterior fundición fraccionada, por suerte en el país solo se efectúa la primer etapa (flotación).
Todos estos procedimientos son usados para minerales de frontón.

Los placeres auríferos son explotados mediante clasificación granulométrica y fundición directa.

¿Considera que los procedimientos usados actualmente contaminan el medio ambiente?

Por todos es conocido que toda producción conlleva contaminación en mayor o menor proporción lo cual afecta directamente al medio ambiente.

Cuál cree Ud. que es el más crítico, ¿por qué?

El más crítico es la recuperación con mercurio, por cuanto no existe la debida toma de conciencia por parte de los involucrados en estas labores, sea el sector minero como los entes reguladores al no capacitar y controlar el uso de este reactivo.

¿Cómo se podría recuperar el oro artesanalmente, evitando la contaminación ambiental?

Como exprese anteriormente toda producción trae contaminación, pero para minimizarla es necesario que los gremios mineros participen activa y efectivamente capacitando al sector involucrado en esta actividad, solicitando el apoyo y colaboración de instituciones y técnicos del sector que si estamos capacitados para enfrentar estos retos, pero con tal suerte que somos ignorados o despreciados por las autoridades correspondientes, otorgando preferencia a técnicos de escritorio de otros lugares quienes de repente ni conocen la problemática local.

¿Por qué cree Ud. que se continúa usando mercurio en la minería artesanal?

La principal causa seria el fácil acceso al mismo ya que no existe restricciones, el precio es otra causa ya que el minero artesanal no cuenta con un gran capital por ende busca lo más bajo en el mercado para emplear en la recuperación de oro sin pensar en los efectos que provocaría la utilización de los mismos.

¿Conoce los efectos de la contaminación ambiental por el uso del mercurio?

Al no utilizar el mercurio en forma segura, se produce la contaminación atmosférica por la emanación de los vapores de este reactivo, dichos vapores son precipitados al producirse las lluvias, diseminándose en los campos entrando a la cadena alimenticia a través de las raíces de la flora que nos proporciona los alimentos directamente, como de los animales que satisfacen nuestra mesa y así también contaminan los micronutrientes de los peces.

¿Cómo afecta a la salud humana el uso del mercurio en la minería artesanal?

Nuestra salud es atacada directamente en el sistema sanguíneo y en todos los órganos ocasionando diversas enfermedades que incluso ocasiona la muerte, muchas veces sin conocer o entender el por qué ocurrió esto. Los más afectados son nuestros

descendientes a quienes les transmitimos genes degenerados o mutados los cuales les ocasionan graves deformaciones físicas y/o síquicas al momento de nacer.

¿Cree Ud. si las autoridades reguladoras de la actividad minera tienen conocimiento de la contaminación causada por el uso del mercurio en esta actividad?

Creo y sostengo que si por cuanto por las radioemisoras de este distrito minero se escuchan recomendaciones a medias emitidas por estas autoridades.

Si es así, ¿por qué cree que permiten su importación y uso en esta actividad?

Sobre dicha importación no tengo conocimientos, pero si conozco que para ser usado queda poco tiempo por cuanto ya existe la prohibición para usarlo en esta labor, deseando que las autoridades actúen seriamente en dicho control, para el bien nuestro y de las generaciones venideras.

¿Conoce Ud. algún sistema alternativo para no emplear el mercurio en dichas labores?

Las alternativas más convenientes para mí, que llevo 30 años de estar inmerso en labores mineras, son:

- La del ácido nítrico y fundación directa.
- Del ácido nítrico, fundación y encuartacion.
- Del ácido nítrico y agua regia, tomando muy en cuenta los procedimientos recomendados para estas labores, como son realizarlo dentro de una Sorbona implementada con extractor de vapores ácidos y filtros mitigadores provistos de duchas alcalinas para la neutralización y condensación de dichos vapores, además de quien realiza dichas labores use los elementos de protección personal(e.p.p.) que comprenden: traje impermeabilizado, botas y guantes de caucho y mascarilla completa con cartuchos para vapores ácidos.

Anexo 4: Entrevista Jorge Maldonado

Ing. Jorge Maldonado

Ingeniero Civil, Jefe de Proyecto Antucoya – Chile

¿Cuáles son los efectos ambientales que provoca el uso de mercurio?

El efecto más perjudicial es que contaminamos los ríos, y al contaminar los ríos, contaminamos a los peces, peces que alimentan al hombre. Y por ende su cadena alimenticia está alterada. Además el uso de mercurio daña la flora y fauna, porque con las mismas aguas del río que están contaminadas, riegan campos y también contaminan las plantas. Esas aguas de río se potabilizan y hay partes donde esto no se da, y las personas usan el agua contaminada. Por ende daña completamente el medio ambiente

¿Cómo afecta a la salud humana el uso del mercurio, tanto a mineros como a residentes?

El uso de mercurio contamina al ser humano de distintas maneras. Cuando está en forma de feto, afecta directamente a la criatura, ya que de manera intrauterina afecta al sistema nervioso, inmunológico, por eso esa persona no va a nacer ni desarrollarse de forma adecuada. Ya en la persona adulta, el uso de mercurio de manera constante (como lo usan los mineros artesanales) provoca daños a la piel, sistemas respiratorio, inmunológico, nervioso, riñones, ojos e incluso acelera ciertas enfermedades cardíacas.

¿Cómo es el proceso de uso de mercurio en la minería artesanal?

Se pueden diferenciar dos tipos de minería en las cuales se usa mercurio artesanalmente. La minería de río, en la cual se remueven las arenas asentadas en los lechos del río, para luego ser pasadas a través de zarandas que separan los materiales más pesados; y la minería en tierra, donde se extraen rocas con minerales de formaciones geológicas conocidas como “vetas” para luego ser llevadas a grandes molinos donde se reducen a partículas muy pequeñas. En ambos casos, por métodos gravimétricos se separa el material más pesado, que es donde están contenidos los metales y luego se lo mezcla con mercurio. El mercurio forma una amalgama con el oro, la cual luego es quemada para evaporar el mercurio y obtener un oro de calidad regular.

¿En qué momento se produce la mayor contaminación con mercurio para los mineros?

Uno de los momentos más críticos es el “quemado del mercurio”, que se da luego de amalgamar el oro. Aquí generalmente los pequeños mineros no usan equipo de protección durante la evaporación de mercurio y quedan expuestos a los vapores del mismo. También se ven afectadas las personas y comunidades cercanas a donde se dan estos procesos, puestos que esos vapores se condensan y caen con la lluvia.

¿Conoce de algún sistema alternativo que contamine menos para la extracción de oro?

Tengo entendido que se ha disminuido bastante el uso de mercurio, hay maneras en que se usa el mercurio tratando de reciclar el agua que se utiliza, para evitar seguir colocando más mercurio a proceso, es decir se recircula el agua y se separa el mercurio del agua, volviéndola a utilizar. Esta es una manera para optimizar y minimizar el uso de mercurio en la minería.

Anexo 5: Matriz de Revisión Literaria

MATRIZ DE REVISIÓN DE LITERATURA							
AUTOR	AÑO	RESUMEN	MUESTRA	METODOLOGÍA	CONCLUSIONES	FUTURA INVESTIGACIÓN	JOURNAL O REVISTAS
FABIÁN SANDOVAL	2011	DESCRIPCIÓN DE LOS TRES MOMENTOS HISTÓRICOS EN EL DESARROLLO DE LA PEQUEÑA MINERÍA EN EL ECUADOR	ECUADOR	EXPLORATIVA - INVESTIGATIVA	DETALLE DE LA HISTORIA E IMPORTANCIA DE LA MINERÍA ARTESANAL EN EL PAÍS HASTA LA ACTUALIDAD	IMPACTO AMBIENTAL	LIBRO
				TECNOLOGÍA EN MAQUINARIAS			
JESUS OLIVERO - BORIS JOHNSON	2002	CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR EL MERCURIO EN LA MINERÍA	NORTE DE COLOMBIA	ANÁLISIS BIOQUÍMICOS Y TOXICOLÓGICOS	ACELERADA CONTAMINACIÓN DEBIDO A LA TOXICIDAD Y PERSISTENCIA DEL MERCURIO EN EL MEDIO AMBIENTE, ADEMÁS DEL PASO DE ESTA SUSTANCIA EN LA CADENA ALIMENTICIA		LIBRO
NÉSTOR JAVIER MANCERA - RICARDO ÁLVAREZ	2006	CONTENIDO DE MERCURIO EN LOS PECES DEBIDO A LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA DE LOS RÍOS	COLOMBIA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA Y SUS AFLUENTES	ANÁLISIS TOXICOLÓGICOS	PECES CONTAMINADOS POR ALTA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO Y METALES PESADOS	ESTUDIOS DE SEDIMENTOS (AGUA) Y ADEMÁS CÓMO AFECTA LOS PROCESOS REPRODUCTIVOS LA EXPOSICIÓN DE ESTA SUSTANCIA	
				ENSAYOS ESTÁTICOS			
				TECNICAS ANALÍTICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS			
				ENSAYOS BIOLÓGICOS			
MARCO ARANA ZEGARRA	2009	EFFECTOS NEGATIVOS Y CONSECUENCIAS EN LA SALUD DE LAS PERSONAS POR EL DERRAME DE MERCURIO METÁLICO OCURRIDO EL AÑO 2000	PERÚ, CHOROMPAPA	INVESTIGATIVA	AFECTACIÓN DE LA SALUD DE LOS CAMPESINOS DEBIDO AL IMPACTO AMBIENTAL ORIGINADO POR LA MINERÍA	ESTUDIO DE LA TOXICIDAD DE LOS RESIDUOS	REVISTA
		ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE A FIN DE DETERMINAR LAS RUTAS DE RIESGO DE LA COMUNIDAD AFECTADA					
OSCAR PRADO	2005	EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN MINERA Y ROL DE LA MINERÍA METÁLICA EN LA ECONOMÍA ARGENTINA DESDE EL AÑO 1990 - 2004	ARGENTINA	INVESTIGATIVA	ACTIVIDAD MINERA PRESENTE A LO LARGO DE TODO EL PAÍS Y EVIDENTE PREOCUPACIÓN DE LAS AUTORIDADES SOBRE EL MEJORAMIENTO DE LA ARTICULACIÓN DE LA ACTIVIDAD MINERA CON SEGMENTOS DE LA ECONOMÍA	SEGUIMIENTO DEL CUMPLIMIENTO DEL MARCO JURÍDICO ESTABLECIDO PARA LA ACTIVIDAD MINERA	LIBRO
				ANALÍTICA			
EFE - ABC AGENCIA	2013	EVALUACIÓN SOBRE LAS ALTAS EMISIONES DE MERCURIO AL MEDIO AMBIENTE DE PAÍSES LATINOAMERICANOS	LATINOAMÉRICA	INVESTIGATIVA	LAS PEQUEÑAS EXPLOTACIONES MINERAS DE ORO SON RESPONSABLES DEL 35% DE LAS EMISIONES MUNDIALES DE MERCURIO, LO QUE EQUIVALE A UNAS 727 TONELADAS AL AÑO	SEGUIMIENTO DEL TRATADO INTERNACIONAL QUE BUSCA REDUCIR EL USO DEL MERCURIO	REVISTA
				ANALÍTICA			

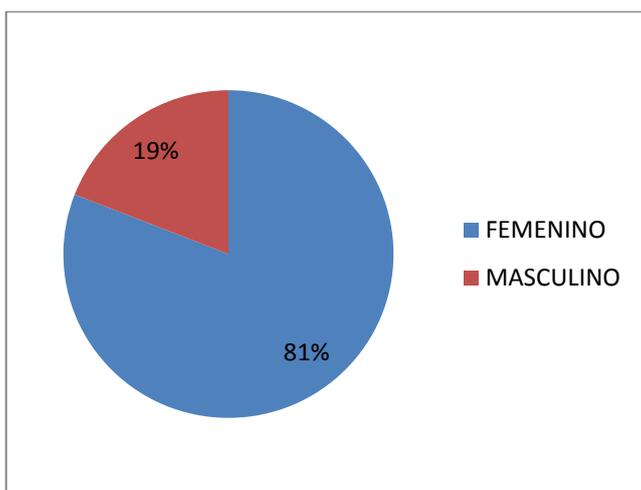
Anexo 6: Matriz Vester

PROBLEMAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	ACTIVOS		
1 Alta contaminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	21	
2 Falta de apoyo económico	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
3 Uso de sistemas precarios	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
4 Alta demanda de mercurio	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
5 Poco control legislativo	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
6 Falta de capital de trabajo	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
7 Escasa ayuda del Estado	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
8 Dificil acceso a créditos	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
9 Desconocimiento de nuevas técnicas	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
10 Falta de capacitación	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
11 Carencia de estudios profesionales sobre el daño	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
12 Escaso conocimiento sobre el daño	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
13 Falta de planes de educación	1	0	1	0	0	0	0	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	28
14 Bajo costo del mercurio	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
15 Alto riesgo laboral	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
16 Falta de planta de tratamiento de aguas contaminadas	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
17 Libre acceso al mercurio	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
18 Impacto ambiental	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
19 Toxicidad elevada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
20 Afectación de la salud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
21 Problemas al sist. Nervioso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 Problemas cutáneos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 Problemas en el desarrollo de niños	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Problemas respiratorios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 Ceguera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 Ríos contaminados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27 Peces contaminados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28 Riesgos con agua contaminada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29 Agua contaminada para uso personal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30 Paso a la cadena alimenticia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31 Acumulación de mercurio en cosechas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32 Acumulación de mercurio en tejidos humanos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33 Alto costo de métodos alternativos	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
PASIVOS	35	9	11	4	9	0	0	0	2	3	2	3	0	0	0	0	0	1	24	24	22	23	23	23	23	23	22	23	23	24	24	24	24	30	0	

Anexo 7: Gráficos estadísticos

1.- Género

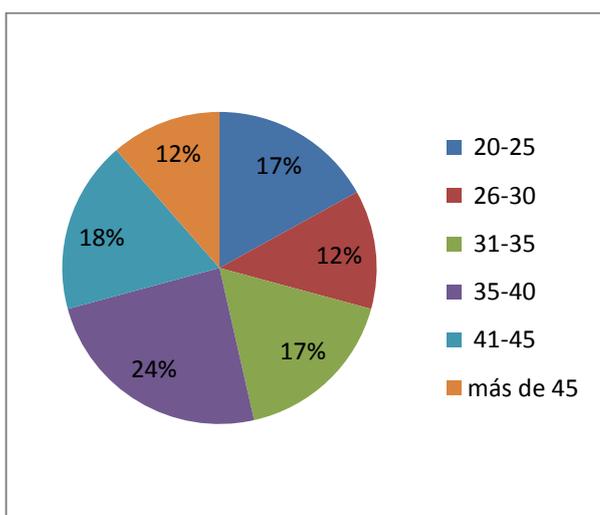
Según los resultados de la encuesta, el 81% de la población de Zaruma - Portovelo son hombres.



FEMENINO	263
MASCULINO	62
	325

2.- Edad

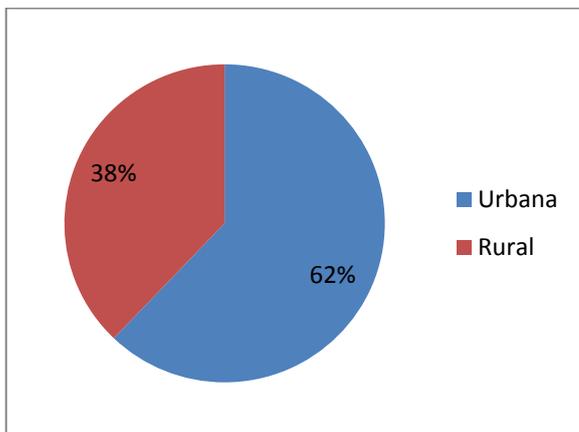
Según los resultados, el 24% de los encuestados oscilan entre 35 y 40 años.



20-25	55
26-30	40
31-35	56
35-40	79
41-45	58
más de 45	37
	325

3.- Sector donde reside

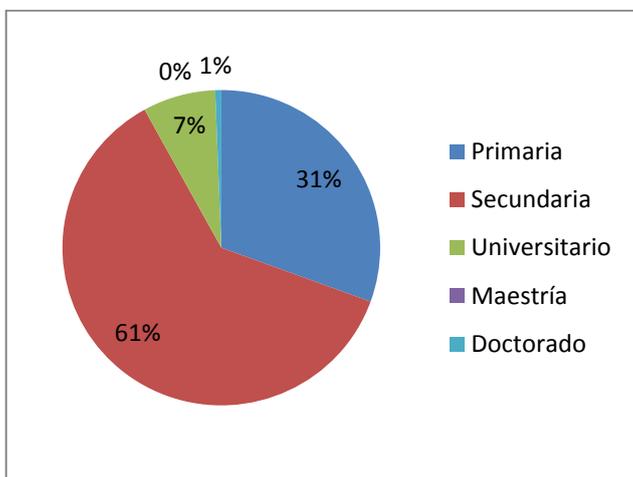
Según los resultados de la encuesta, el 62% de la población de Zaruma - Portovelo reside en zonas urbanas.



Urbana	202
Rural	123
	325

4.- Nivel de educación

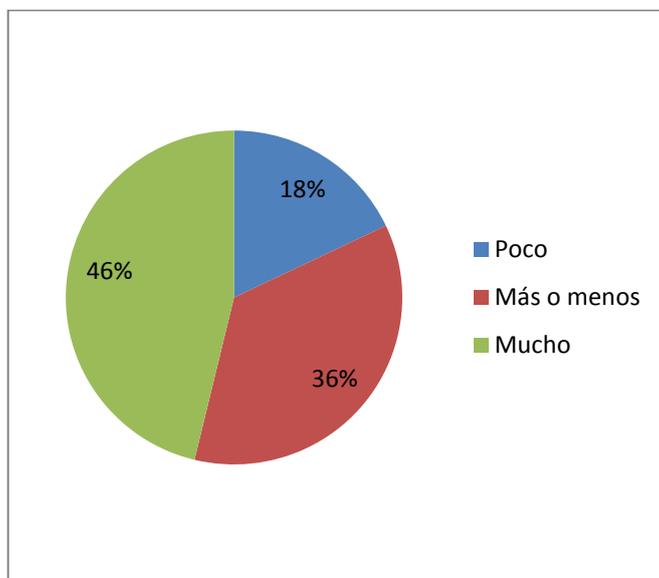
Según los resultados de la encuesta, el 61% de la población de Zaruma - Portovelo presenta un nivel de educación secundario completo.



Primaria	99
Secundaria	199
Universitario	24
Maestría	0
Doctorado	2
	324

5.- Conocimiento contaminación ambiental

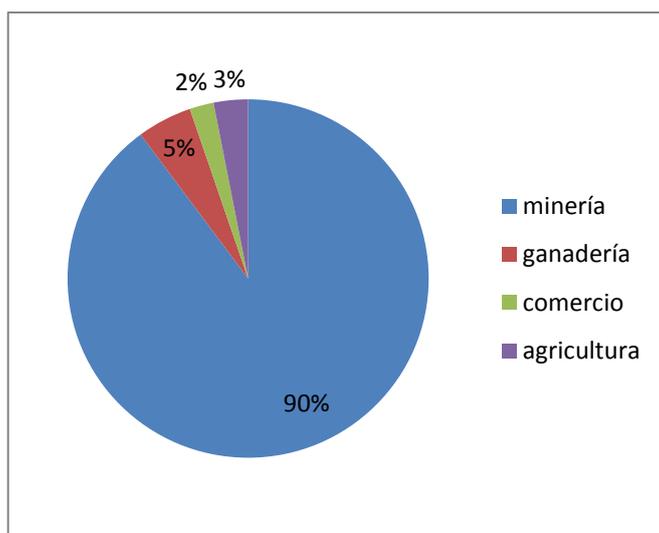
Según los resultados de la encuesta, el 46% de la población de Zaruma - Portovelo considera que tiene un conocimiento medio sobre contaminación ambiental.



Poco	57
Más o menos	114
Mucho	147
	318

6.- Actividad económica más importante del sector Zaruma - Portovelo

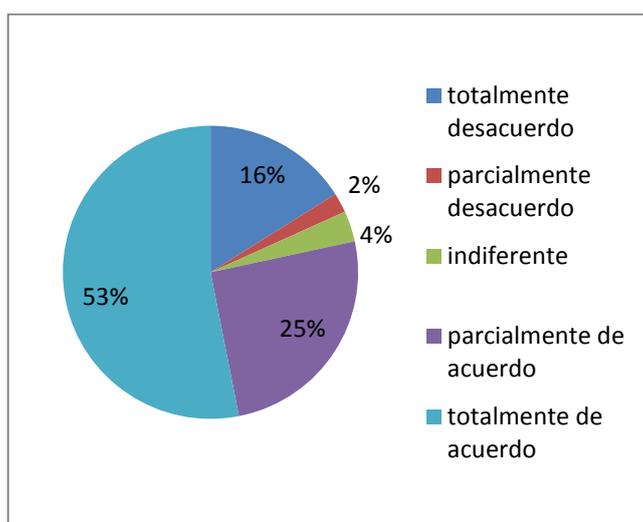
Según los resultados de la encuesta, el 90% de la población de Zaruma - Portovelo considera que la minería es la actividad más importante desarrollada en la zona.



minería	292
ganadería	16
comercio	7
agricultura	10
	325

7.- Está Ud. de acuerdo con que se lleve a cabo la minería en el sector Zaruma – Portovelo

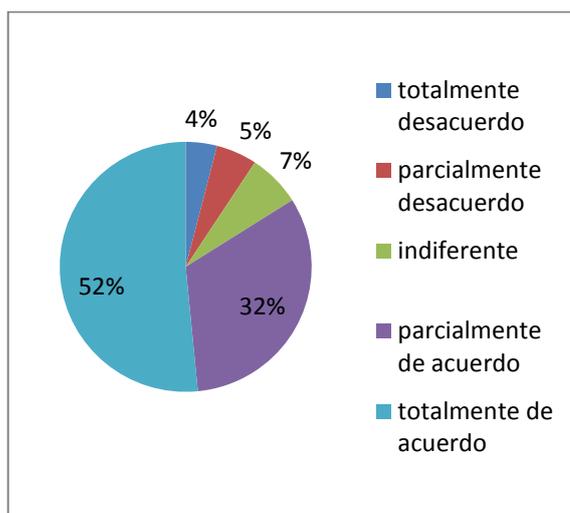
Según los resultados de la encuesta, el 53% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que se lleve a cabo la minería en la zona.



totalmente desacuerdo	52
parcialmente desacuerdo	7
indiferente	11
parcialmente de acuerdo	82
totalmente de acuerdo	172
	324

8.- Considera Ud. que los métodos empleados por la minería artesanal y la pequeña minería en la recuperación de oro contaminan el medio ambiente

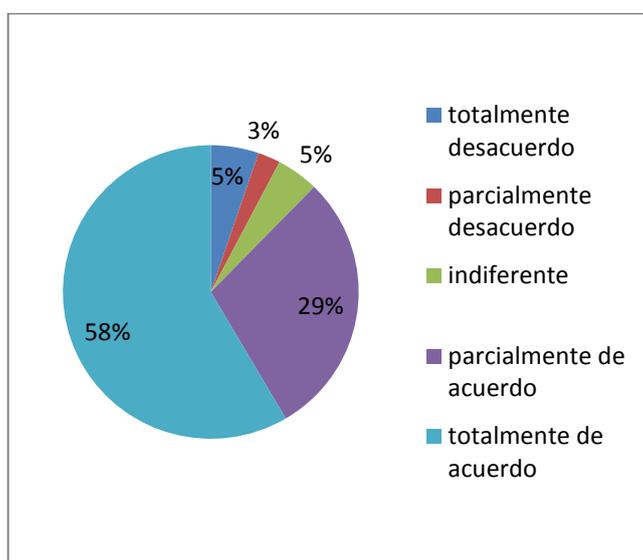
Según los resultados de la encuesta, el 52% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que los métodos empleados por la minería artesanal y pequeña minería para la recuperación de oro contaminan el medio ambiente.



totalmente desacuerdo	13
parcialmente desacuerdo	17
indiferente	22
parcialmente de acuerdo	105
totalmente de acuerdo	167
	324

9.- El uso del mercurio causa efectos negativos en la salud

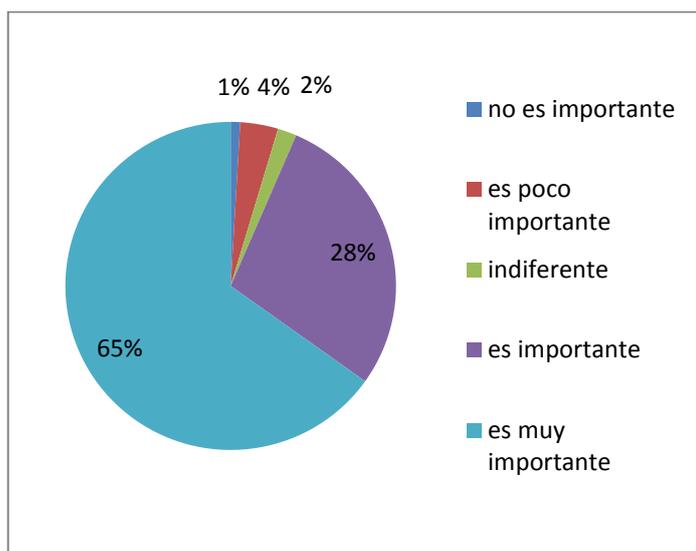
Según los resultados de la encuesta, el 58% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que el uso del mercurio causa efectos negativos en la salud.



totalmente desacuerdo	17
parcialmente desacuerdo	8
indiferente	15
parcialmente de acuerdo	95
totalmente de acuerdo	190
	325

10.- ¿Qué tan importante es para ud cuidar el medio ambiente?

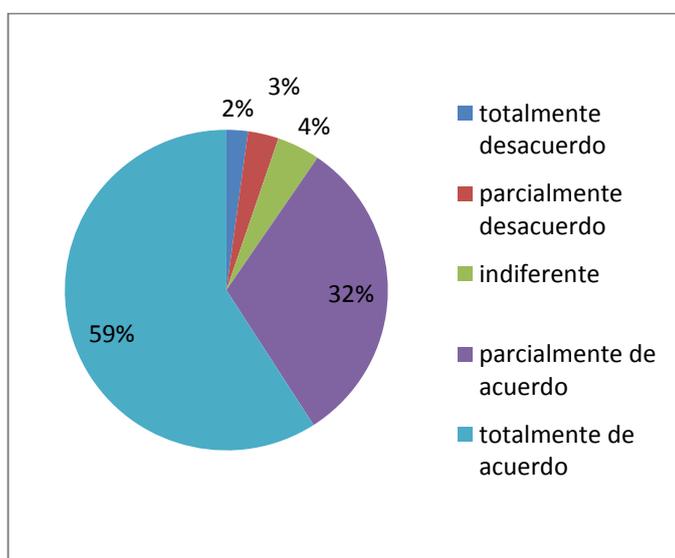
Según los resultados de la encuesta, el 65% de la población de Zaruma - Portovelo considera que es muy importante cuidar el medio ambiente.



no es importante	3
es poco importante	12
indiferente	6
es importante	92
es muy importante	211
	324

11.- El uso del mercurio tiene un impacto negativo en la contaminación de los ríos

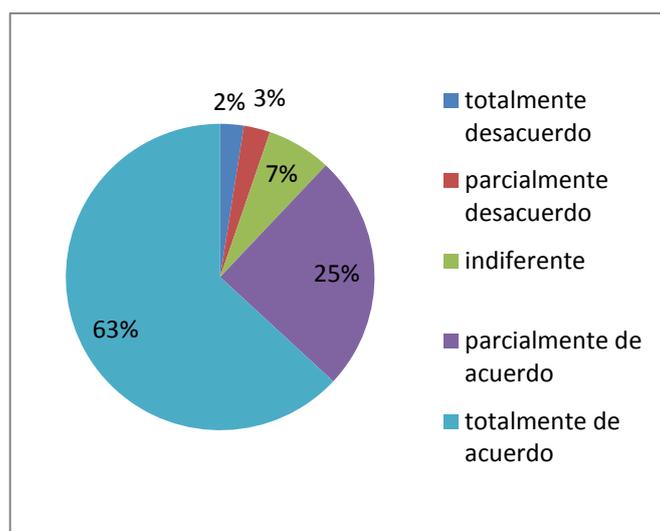
Según los resultados de la encuesta, el 59% de la población de Zaruma - Portovelo considera que el uso del mercurio tiene un impacto negativo en la contaminación de los ríos.



totalmente desacuerdo	7
parcialmente desacuerdo	10
indiferente	14
parcialmente de acuerdo	102
totalmente de acuerdo	192
	325

12.- El uso del mercurio tiene un impacto negativo en el paso de la cadena alimenticia al organismo humano

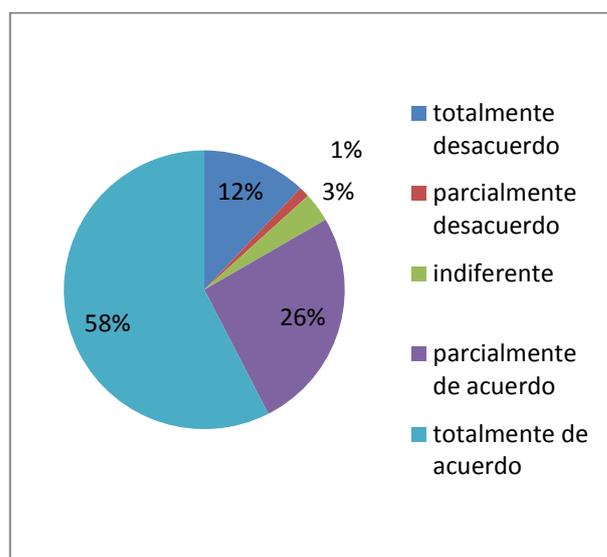
Según los resultados de la encuesta, el 63% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que el uso del mercurio tiene un impacto negativo en el paso de la cadena alimenticia al organismo humano.



totalmente desacuerdo	8
parcialmente desacuerdo	9
indiferente	22
parcialmente de acuerdo	81
totalmente de acuerdo	205
	325

13.- El uso del mercurio tiene un impacto negativo en la salud de los pobladores

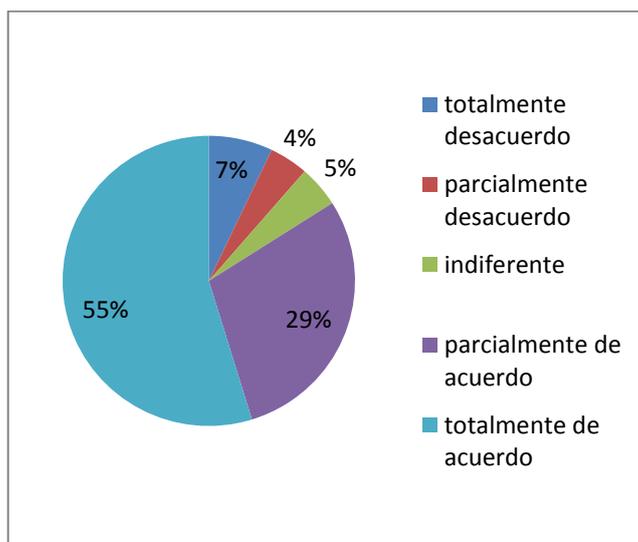
Según los resultados de la encuesta, el 63% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que el uso del mercurio tiene un impacto negativo en la salud de los pobladores.



totalmente desacuerdo	39
parcialmente desacuerdo	4
indiferente	11
parcialmente de acuerdo	84
totalmente de acuerdo	187
	325

14.- Considera que las personas son conscientes del deterioro ambiental del cual estamos siendo afectados

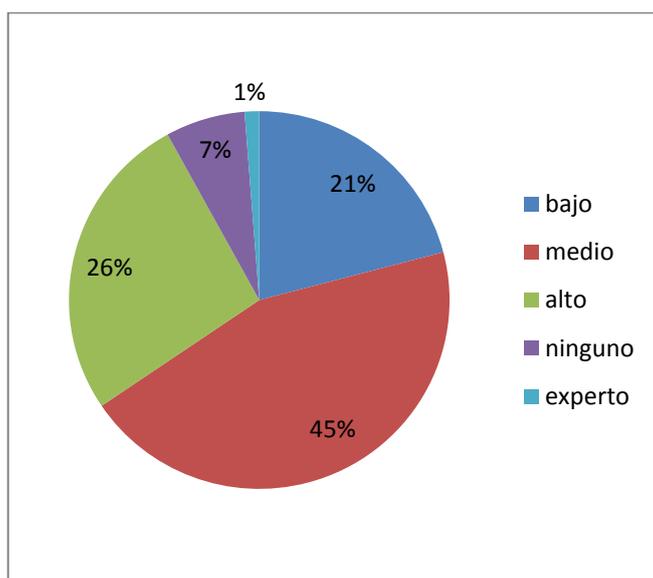
Según los resultados de la encuesta, el 63% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que las personas son conscientes del deterioro ambiental del cual estamos siendo afectados.



totalmente desacuerdo	23
parcialmente desacuerdo	14
indiferente	15
parcialmente de acuerdo	95
totalmente de acuerdo	178
	325

15.- Cómo considera Ud. que es su nivel de conocimiento en base a la contaminación del agua

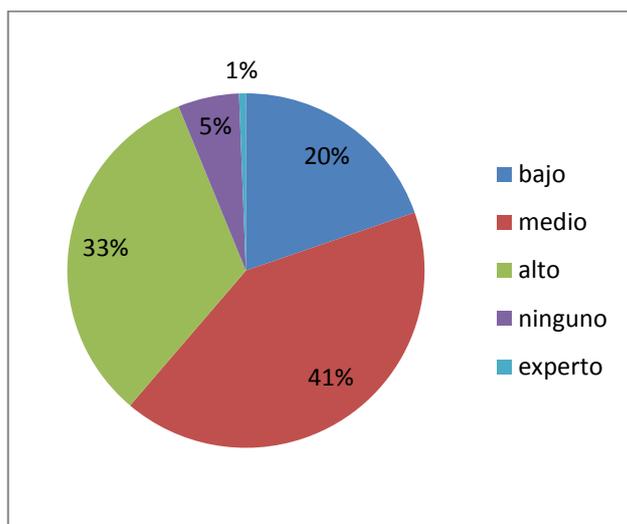
Según los resultados de la encuesta, el 45% de la población de Zaruma - Portovelo considera que su nivel de conocimiento en base a la contaminación del agua es medio.



bajo	68
medio	145
alto	86
ninguno	22
experto	4
	325

16.- Cómo considera Ud. que es su nivel de conocimiento en base a la contaminación del aire

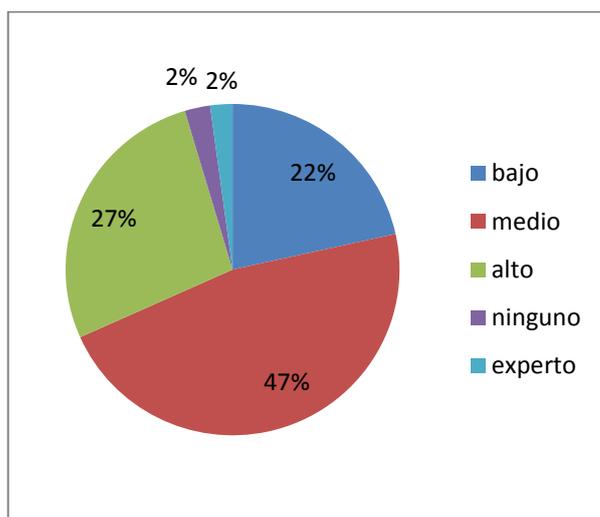
Según los resultados de la encuesta, el 45% de la población de Zaruma - Portovelo considera que su nivel de conocimiento en base a la contaminación del aire es medio.



bajo	64
medio	135
alto	106
ninguno	18
experto	2
	325

17.- Cómo considera Ud. que es su nivel de conocimiento en base a la extinción de especies

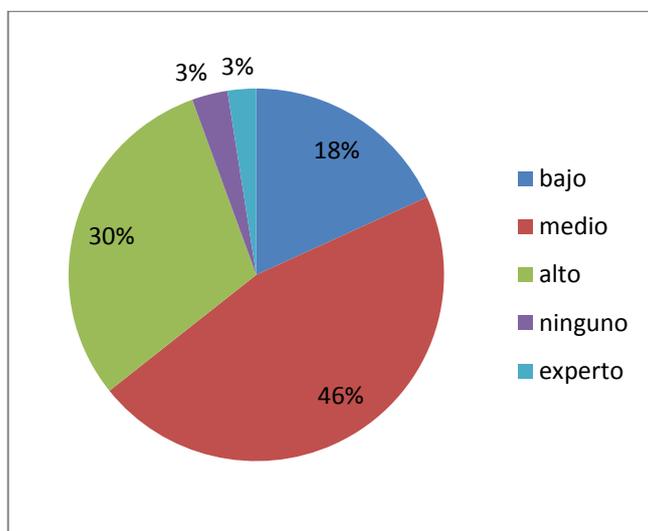
Según los resultados de la encuesta, el 45% de la población de Zaruma - Portovelo considera que su nivel de conocimiento en base a la extinción de especies es medio.



bajo	70
medio	152
alto	88
ninguno	8
experto	7
	325

18.- Cómo considera Ud. que es su nivel de conocimiento en base a la deforestación

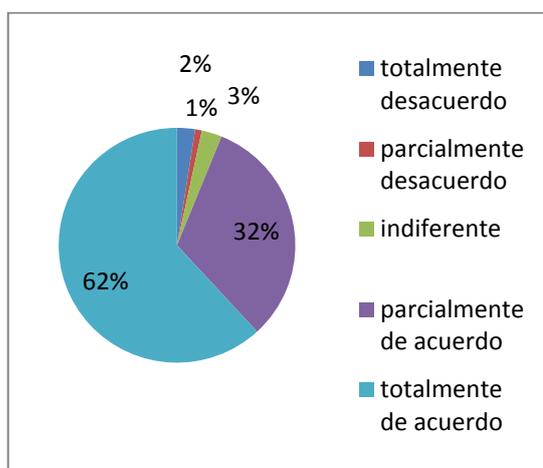
Según los resultados de la encuesta, el 45% de la población de Zaruma - Portovelo considera que su nivel de conocimiento en base a deforestación es medio.



bajo	59
medio	150
alto	98
ninguno	10
experto	8
	325

19.- Considera Ud. que es necesaria la inmediata capacitación al minero artesanal y la minería de pequeña escala con técnicas innovadoras y amigables con el medio ambiente

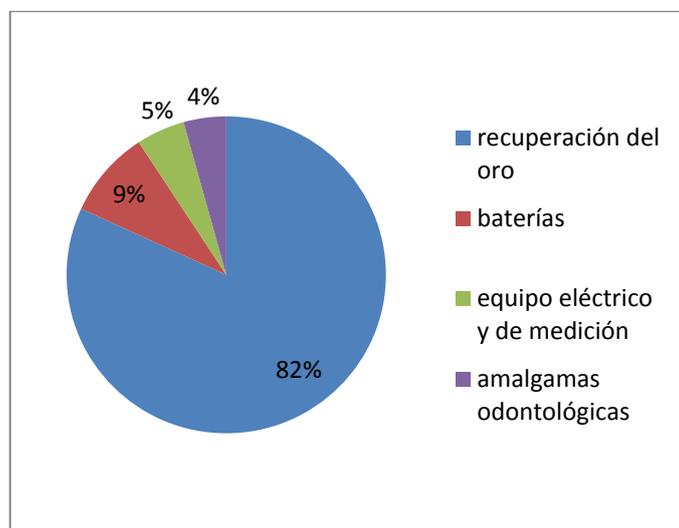
Según los resultados de la encuesta, el 62% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que es necesaria la inmediata capacitación al minero artesanal y la minería de pequeña escala con técnicas innovadoras y amigables con el medio ambiente.



totalmente desacuerdo	8
parcialmente desacuerdo	3
Indiferente	9
parcialmente de acuerdo	104
totalmente de acuerdo	201
	325

20.- ¿Cuál cree Ud. que son los usos que tiene el mercurio?

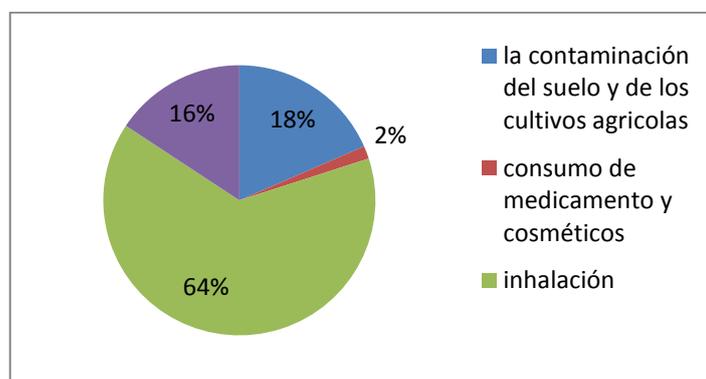
Según los resultados de la encuesta, el 82% de la población de Zaruma - Portovelo considera que el principal uso del mercurio es en la recuperación del oro.



recuperación del oro	266
baterías	29
equipo eléctrico y de medición	16
amalgamas odontológicas	14
	325

21.- ¿Por qué medios cree Ud. que nos encontramos expuestos al mercurio?

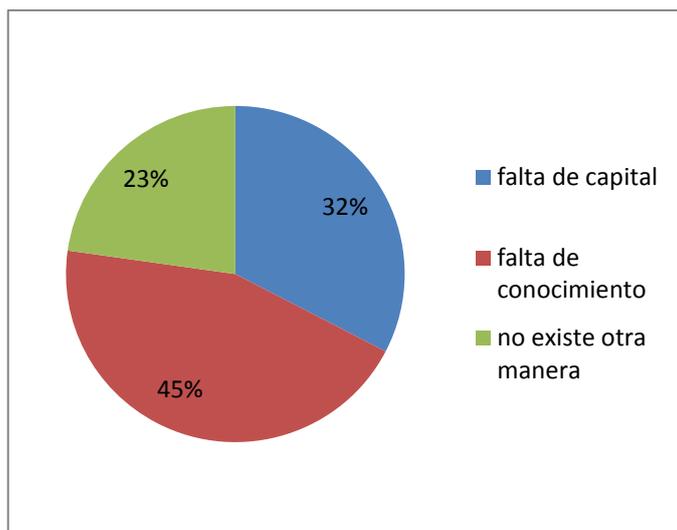
Según los resultados de la encuesta, el 64% de la población de Zaruma - Portovelo considera que el principal medio de exposición al mercurio es por inhalación.



la contaminación del suelo y de los cultivos agrícolas	60
consumo de medicamento y cosméticos	5
inhalación	209
ingesta de los alimentos y agua	51
	325

22.- ¿Por qué se sigue utilizando el método de amalgamación en la recuperación del oro?

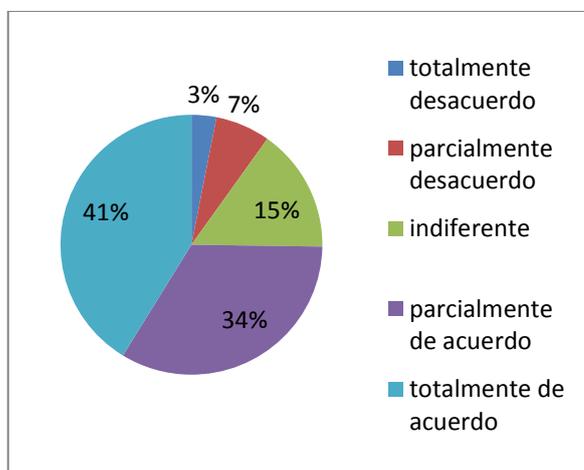
Según los resultados de la encuesta, el 45% de la población de Zaruma - Portovelo considera que se sigue utilizando el método de amalgamación en la recuperación del oro ya que existe una falta de conocimiento.



falta de capital	106
falta de conocimiento	145
no existe otra manera	74
	325

23.- Considera que la falta de capital de inversión es el principal motivo por el que se sigue usando mercurio como principal insumo en la recuperación del oro

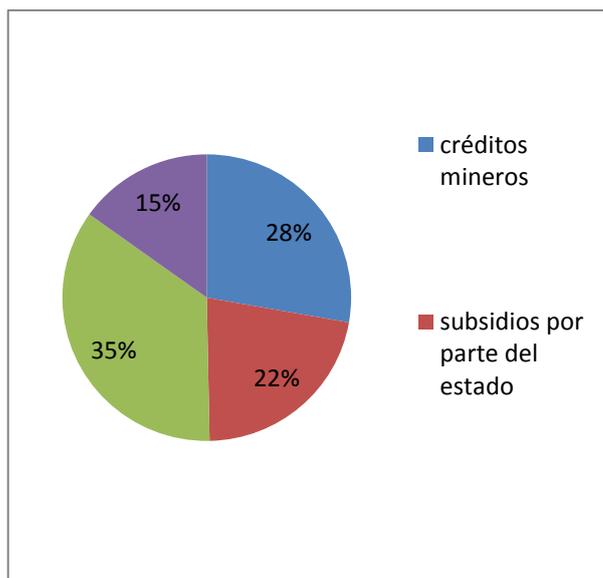
Según los resultados de la encuesta, el 41% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que la falta de capital de inversión es el principal motivo por el que se sigue usando mercurio como principal insumo en la recuperación del oro.



totalmente desacuerdo	10
parcialmente desacuerdo	22
Indiferente	50
parcialmente de acuerdo	109
totalmente de acuerdo	134
	325

24.- Cuál de las siguientes medidas sería la más importante, la cual ayudaría a los mineros y al progreso del distrito Zaruma – Portovelo

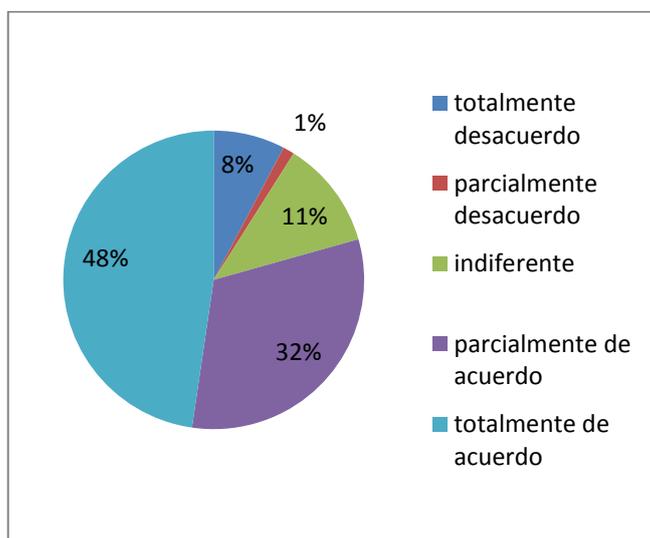
Según los resultados de la encuesta, el 35% de la población de Zaruma - Portovelo considera que es necesaria la creación de una planta comunitaria totalmente equipada para ayudar a los mineros y al progreso de la minería en la zona.



créditos mineros	90
subsidios por parte del estado	71
creación de una planta comunitaria totalmente equipada	114
apoyo de gremios mineros	49
	324

25.- Considera Ud. que debe estar prohibido el uso del mercurio en la minería

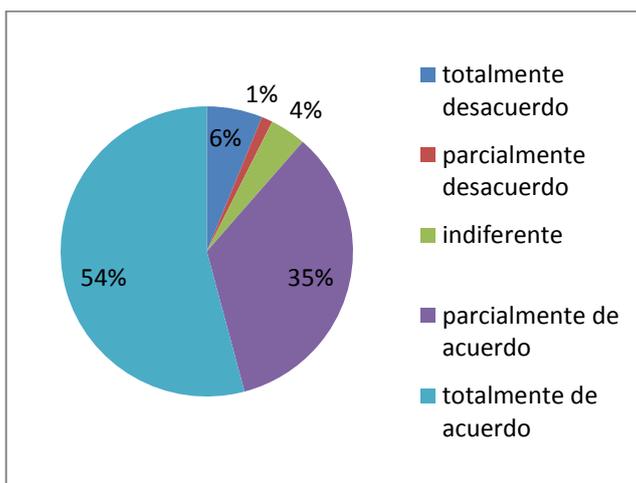
Según los resultados de la encuesta, el 48% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que debe estar prohibido el uso del mercurio en la minería.



totalmente desacuerdo	25
parcialmente desacuerdo	4
Indiferente	38
parcialmente de acuerdo	103
totalmente de acuerdo	155
	325

26.- Considera que se puede llevar a cabo la minería responsable en el distrito Zaruma – Portovelo

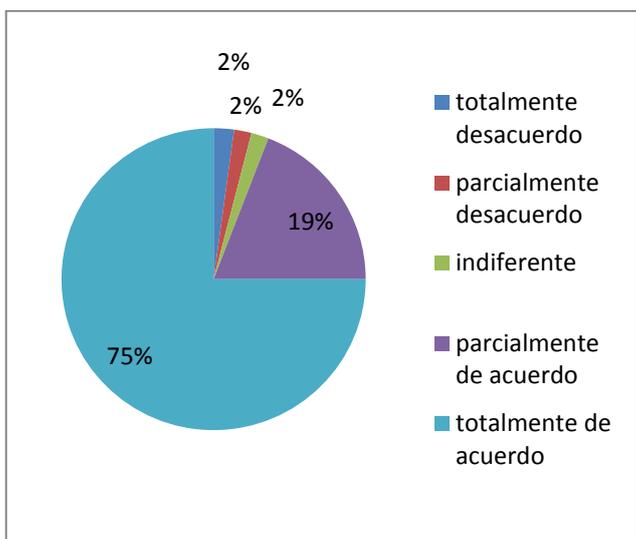
Según los resultados de la encuesta, el 54% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que se puede llevar a cabo la minería responsable en la zona.



totalmente desacuerdo	20
parcialmente desacuerdo	4
Indiferente	13
parcialmente de acuerdo	112
totalmente de acuerdo	176
	325

27.- Si le dieran a conocer un método alternativo para la recuperación del oro, ¿Ud. lo emplearía?

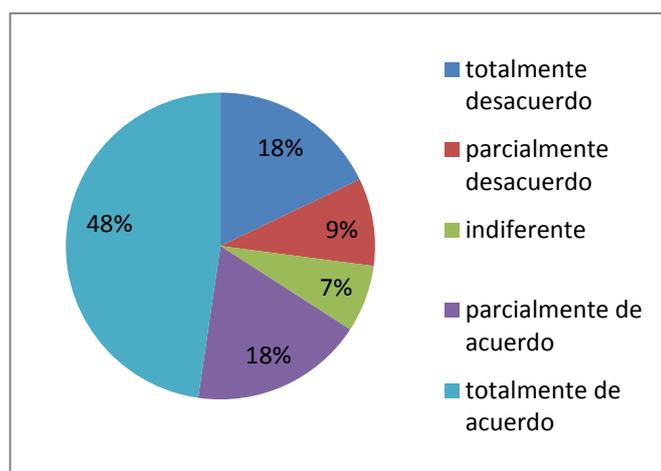
Según los resultados de la encuesta, el 75% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo en emplear un método alternativo para la recuperación del oro.



totalmente desacuerdo	7
parcialmente desacuerdo	6
Indiferente	6
parcialmente de acuerdo	62
totalmente de acuerdo	243
	324

28.- Considera que la población conoce suficientes medidas para evitar la contaminación

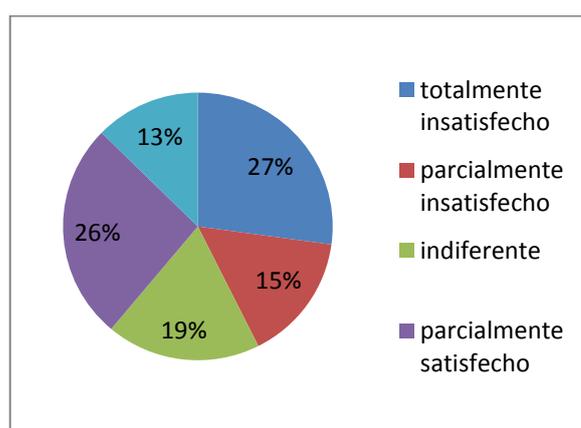
Según los resultados de la encuesta, el 48% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que la población conoce suficientes medidas para evitar la contaminación.



totalmente desacuerdo	58
parcialmente desacuerdo	30
Indiferente	23
parcialmente de acuerdo	59
totalmente de acuerdo	155
	325

29.- Qué tan satisfecho se encuentra Ud. con el control y la participación de las autoridades para erradicar el uso del mercurio

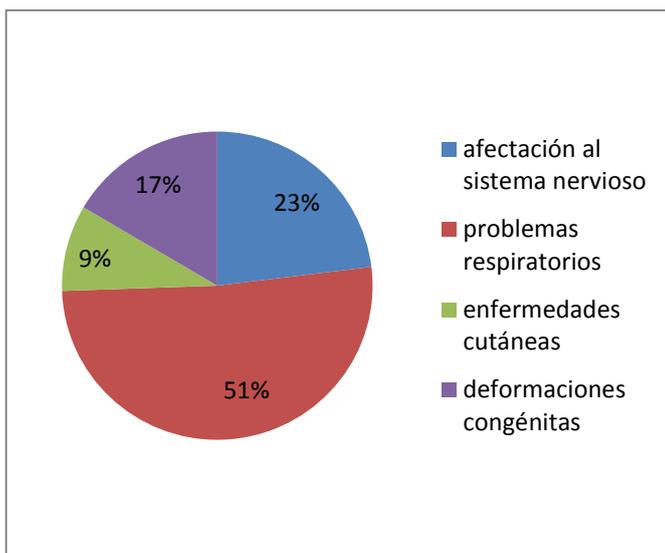
Según los resultados el 27% de la población le resulta indiferente la participación de las autoridades.



totalmente insatisfecho	88
parcialmente insatisfecho	50
Indiferente	60
parcialmente satisfecho	85
totalmente satisfecho	41
	324

30.- Cuáles cree que son las enfermedades que causa el mercurio al cuerpo humano

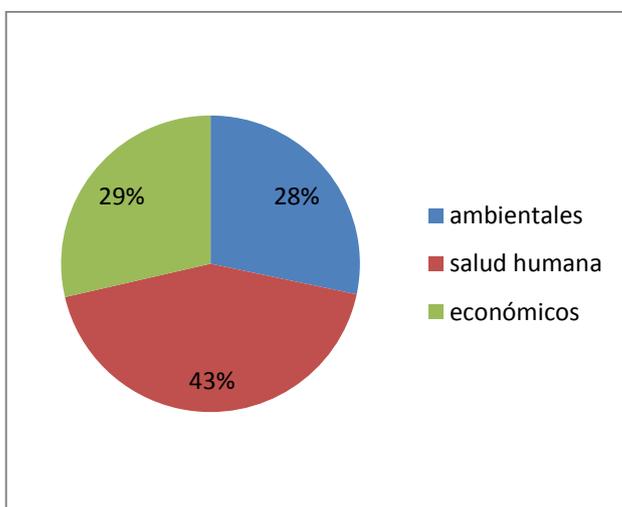
Según los resultados de la encuesta, el 51% de la población de Zaruma - Portovelo considera que los problemas respiratorios son las principales afecciones que causa el mercurio al cuerpo humano.



afectación al sistema nervioso	74
problemas respiratorios	165
enfermedades cutáneas	29
deformaciones congénitas	53
	321

31.-Cuál considera Ud. que sería el beneficio más importante al momento de sustituir el mercurio

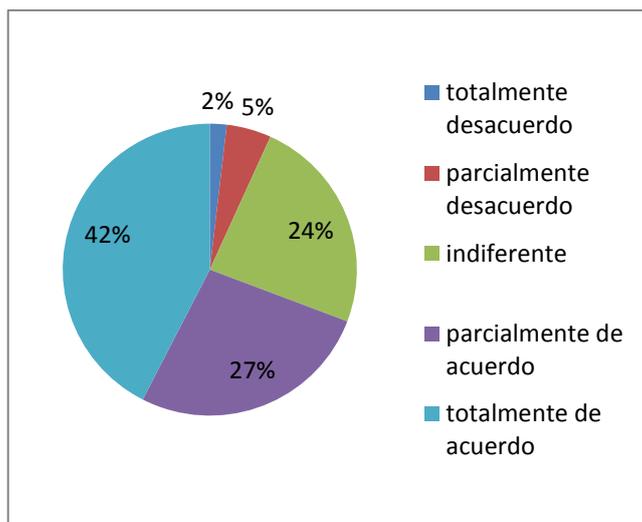
Según los resultados de la encuesta, el 43% de la población de Zaruma - Portovelo considera que el principal beneficio al momento de sustituir el mercurio sería para la salud humana.



ambientales	92
salud humana	140
económicos	93
	325

32.- Qué tan de acuerdo está Ud. con el remplazo del mercurio por ácido nítrico, como principal insumo en la recuperación del oro

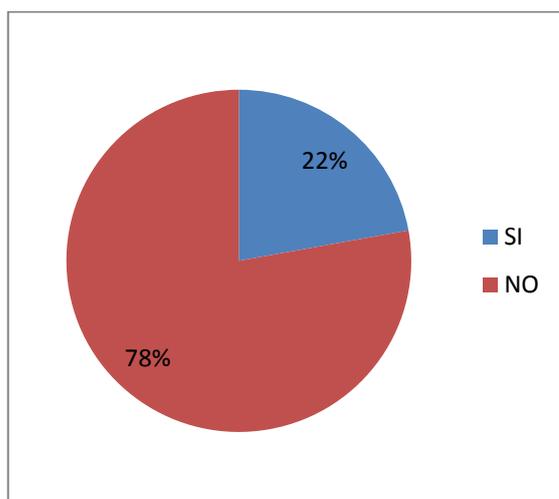
Según los resultados de la encuesta, el 42% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que se podría reemplazar al mercurio por ácido nítrico, como principal insumo en la recuperación del oro.



totalmente desacuerdo	6
parcialmente desacuerdo	16
indiferente	78
parcialmente de acuerdo	87
totalmente de acuerdo	138
	325

33.- Conoce el método de ácido nítrico y sus beneficios

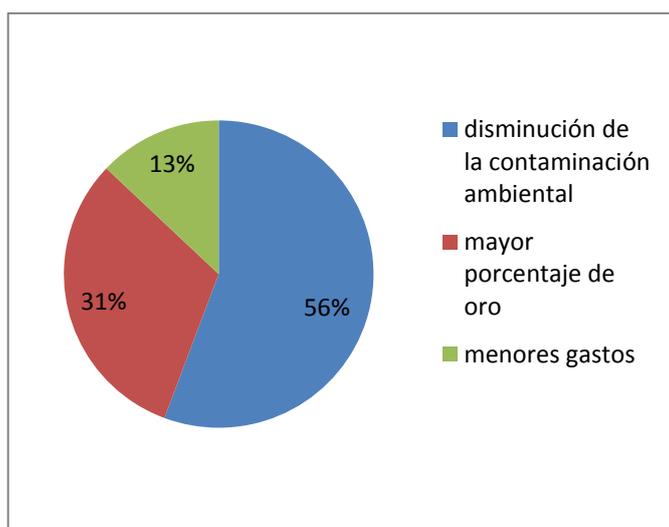
Según los resultados de la encuesta, el 78% de la población de Zaruma - Portovelo no conoce el método del ácido nítrico y sus beneficios.



SI	72
NO	253
	325

34.- Cuál considera usted que sería el beneficio más importante al momento de utilizar el método de ácido nítrico en la recuperación de oro

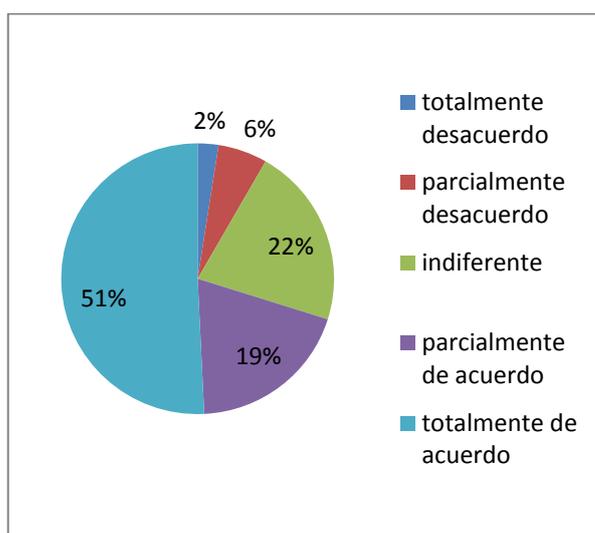
Según los resultados de la encuesta, el 56% de la población de Zaruma - Portovelo considera que la disminución de la contaminación ambiental sería el beneficio más importante al momento de utilizar el método del ácido nítrico en la recuperación de oro.



disminución de la contaminación ambiental	181
mayor porcentaje de oro	102
menores gastos	42
	325

35.- Considera que el método de ácido nítrico recupera oro en mayor porcentaje

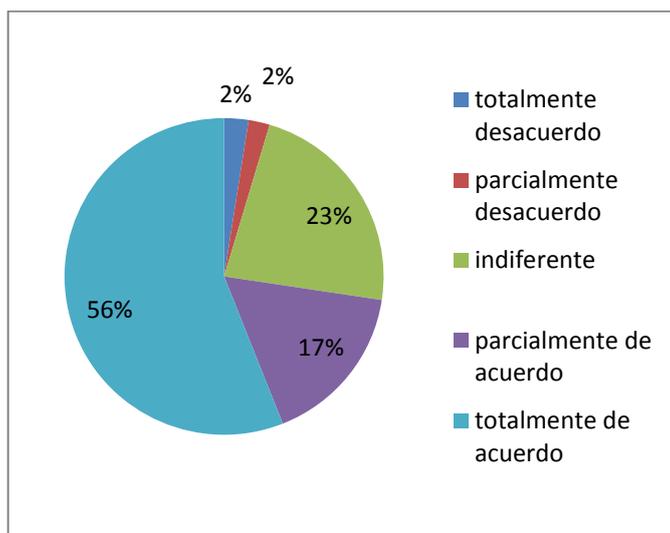
Según los resultados de la encuesta, el 51% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que el método de ácido nítrico recupera oro en mayor porcentaje.



totalmente desacuerdo	8
parcialmente desacuerdo	19
indiferente	70
parcialmente de acuerdo	63
totalmente de acuerdo	165
	325

36.- Considera que el método de ácido nítrico es una óptima manera de innovar en los métodos utilizados y además de colaborar con el ambiente

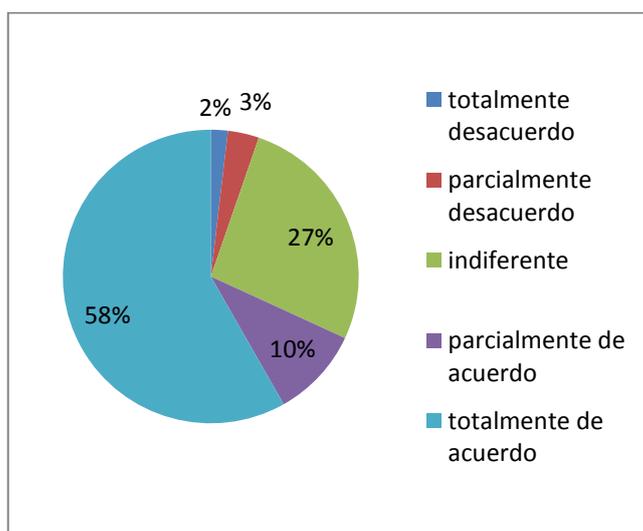
Según los resultados de la encuesta, el 56% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que el método de ácido nítrico es una óptima manera de innovar en los métodos utilizados y además de colaborar con el ambiente.



totalmente desacuerdo	8
parcialmente desacuerdo	7
indiferente	74
parcialmente de acuerdo	54
totalmente de acuerdo	182
	325

37.- Considera ud que el método de amalgamación no es suficiente para recuperar la totalidad del oro

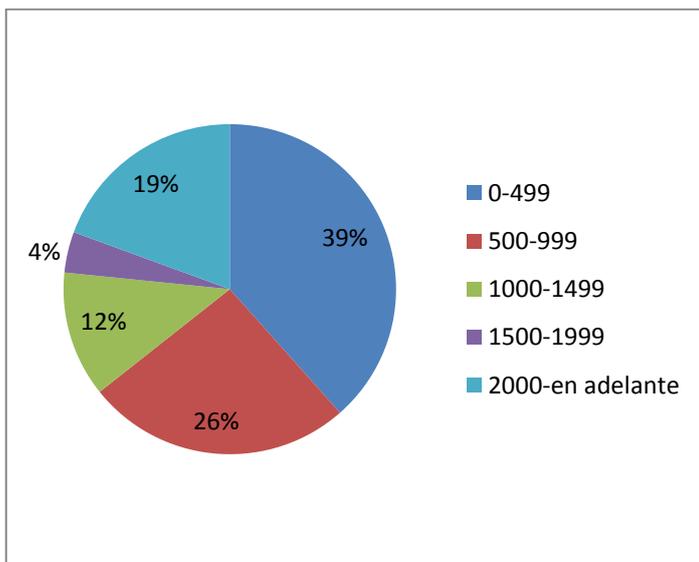
Según los resultados de la encuesta, el 58% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que el método de amalgamación no es suficiente para recuperar la totalidad del oro.



totalmente desacuerdo	6
parcialmente desacuerdo	11
indiferente	86
parcialmente de acuerdo	32
totalmente de acuerdo	188
	323

38.- En términos monetarios ¿Cuánto le representa a su salud la contaminación producida por el mal uso del mercurio?

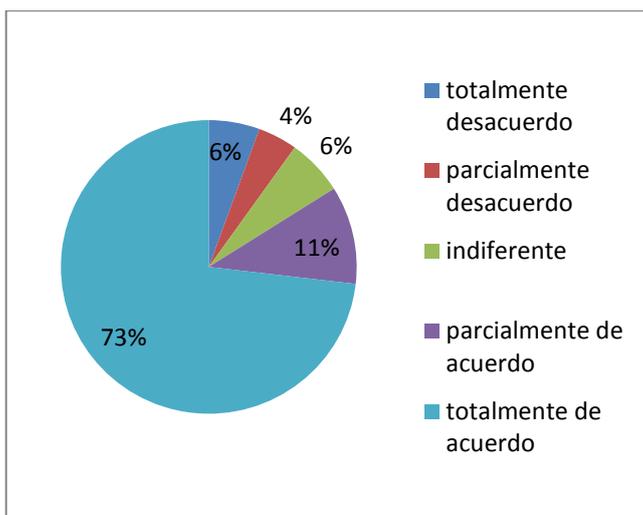
Según los resultados de la encuesta, el 39% de la población de Zaruma - Portovelo considera que en términos monetarios, la afectación a su salud debido al mal uso del mercurio le representa hasta \$499 anuales.



0-499	125
500-999	84
1000-1499	40
1500-1999	13
2000-en adelante	63
	325

39.- Considera que el uso del mercurio perjudica su salud

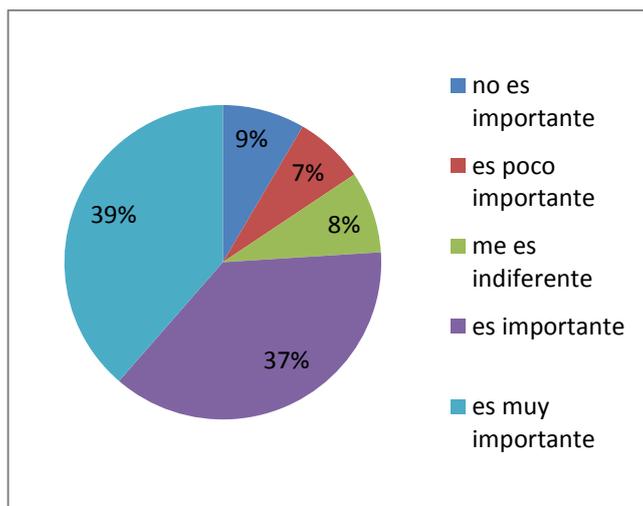
Según los resultados de la encuesta, el 73% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que el uso del mercurio perjudica su salud.



totalmente desacuerdo	18
parcialmente desacuerdo	14
indiferente	20
parcialmente de acuerdo	35
totalmente de acuerdo	237
	324

40.- Qué tan importante es para su seguridad que el lugar donde se desarrolle la minería no sea cercano a su residencia

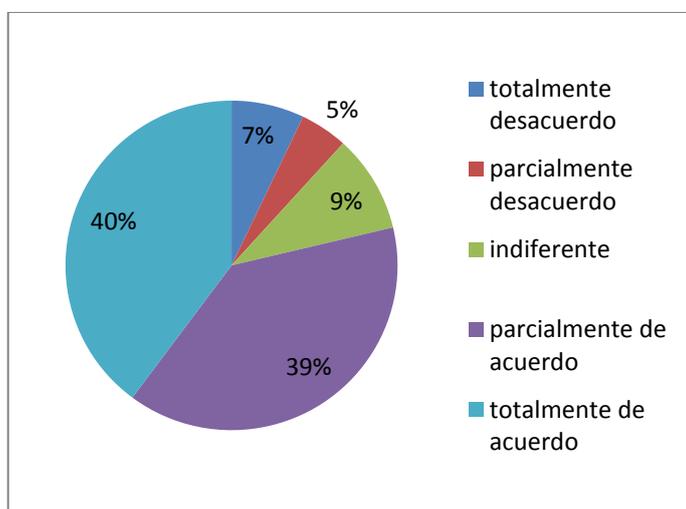
Según los resultados de la encuesta, la mayoría de la población de Zaruma - Portovelo (39% es muy importante - 37% es importante) considera que es importante que el lugar donde se desarrolle la minería no sea cercano a su residencia.



no es importante	27
es poco importante	23
me es indiferente	27
es importante	120
es muy importante	124
	321

41.- Considera Ud. que el costo de su salud ha aumentado al estar cerca de lugares donde se desarrolla la minería

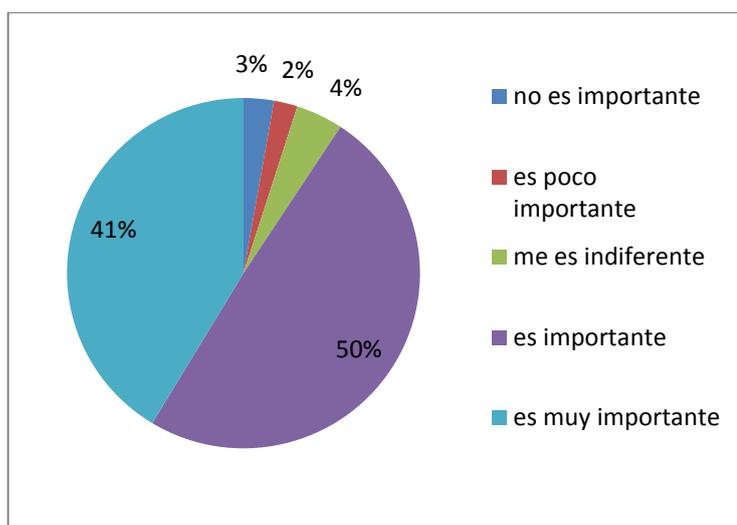
Según los resultados de la encuesta, la mayoría de la población de Zaruma - Portovelo (40% totalmente de acuerdo - 39% parcialmente de acuerdo) considera que el costo de su salud ha aumentado al estar cerca de lugares donde se desarrolla la minería.



totalmente desacuerdo	23
parcialmente desacuerdo	15
indiferente	31
parcialmente de acuerdo	126
totalmente de acuerdo	129
	324

42.- Qué tan importante es para ud que se dé una capacitación sobre nuevas técnicas de recuperación de oro menos contaminantes

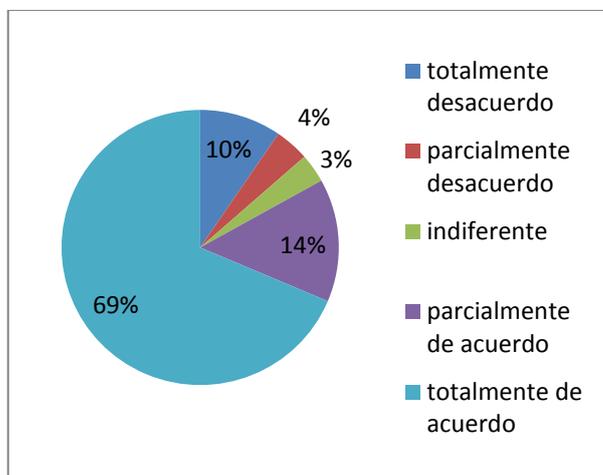
Según los resultados de la encuesta, la gran mayoría de la población de Zaruma - Portovelo (41% es muy importante - 50% es importante) se encuentra totalmente de acuerdo con que se dé una capacitación sobre nuevas técnicas de recuperación de oro menos contaminantes.



no es importante	9
es poco importante	7
me es indiferente	14
es importante	160
es muy importante	134
	324

43.- Está de acuerdo con que los gremios mineros entreguen capacitación basada en nuevas técnicas para la recuperación del oro

Según los resultados de la encuesta, el 69% de la población de Zaruma - Portovelo se encuentra totalmente de acuerdo con que los gremios mineros entreguen capacitación basada en nuevas técnicas para la recuperación del oro.



totalmente desacuerdo	31
parcialmente desacuerdo	13
indiferente	11
parcialmente de acuerdo	47
totalmente de acuerdo	223
	325