



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL



#### TESIS

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN INSTRUMENTO DE  
AUDITORÍA AMBIENTAL PARA PEQUEÑA MINERÍA Y MINERÍA  
ARTESANAL, ZONA LA RINCONADA Y ANANEA – PUNO**

**PRESENTADA POR:**

**RICHARD JOHNSON TIPULA MAMANI**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAGÍSTER SCIENTIAE EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**

**PUNO, PERÚ**

**2016**



## DEDICATORIA

A Dios, por haberme guiado por el sendero correcto permitiéndome llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos; además de su infinita bondad y amor.

A mis padres queridos Pablo Tipula Tipula y Dionisia Mamani de Tipula

Por haberme haber dado la vida, así como el apoyado en todo momento de mi existir, por la continua motivación brindada que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Muchas gracias



## AGRADECIMIENTOS

- Se agradece a la Universidad Nacional del Altiplano, escuela de postgrado, por ofrecerme la oportunidad de fortalecer mi proceso de progreso profesional durante el tiempo de mis estudios de postgrado.
- A mi asesor de tesis, Ing. Moisés Pérez Capa, por su apoyo, asistencia incondicional y orientación que fueron fundamentales para el logro de este proyecto.
- Mis amigos y compañeros que han estado a mi lado durante este tiempo y dieron su ayuda para este proyecto, en especial a mis hermanos Pedro, Susana, Maritza, Ronald y Hugo Tipula Mamani, así como a mis sobrinas Evelyn y Jhenifer Pilco Tipula.



## ÍNDICE GENERAL

|                  | <b>Pág.</b> |
|------------------|-------------|
| DEDICATORIA      | i           |
| AGRADECIMIENTOS  | ii          |
| ÍNDICE GENERAL   | iii         |
| ÍNDICE DE TABLAS | v           |
| ÍNDICE DE ANEXOS | vii         |
| RESUMEN          | viii        |
| ABSTRACT         | ix          |
| INTRODUCCIÓN     | 1           |

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

|  |    |
|--|----|
| 1.1. Contexto y marco teórico                    | 3  |
| 1.1.1. La minería en pequeña escala              | 5  |
| 1.1.2. La minería artesanal de oro en el Perú    | 7  |
| 1.1.3. Minería artesanal: formalidad y legalidad | 10 |
| 1.1.4. Las organizaciones de Minería Artesanal   | 12 |
| 1.2. Antecedentes                                | 15 |

### CAPÍTULO II

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 2.1. Identificación del problema   | 21 |
| 2.2. Definición del problema       | 23 |
| 2.3. Intención de la investigación | 23 |
| 2.4. Justificación                 | 23 |
| 2.5. Objetivos                     | 23 |
| 2.5.1. Objetivo general            | 23 |
| 2.5.2. Objetivos específicos       | 24 |

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3.1. Acceso al campo | 25 |
|----------------------|----|



|  |     |
|--|-----|
| 3.1.1. Lugar de estudio  | 25  |
| 3.2. Selección de informantes y situaciones observadas                                   | 25  |
| 3.2.1. Población y muestra   | 25  |
| 3.3. Estrategias de recogida y registro de datos   | 25  |
| 3.3.1. Metodología de la investigación   | 25  |
| 3.4. Análisis de datos y categorías  | 26  |
| 3.4.1. Operaciones mineras   | 27  |
| 3.4.2. Aspectos considerados para la extracción de oro                                   | 28  |
| 3.4.3. Características del mineral a tratar  | 29  |
| 3.4.4. Descripción del escenario ambiente  | 34  |
| 3.4.5. Descripción del escenario ambiental   | 76  |
| <b>CAPÍTULO IV</b>   |     |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>  |     |
| 4.1. Identificación de impactos ambientales causa efecto                                 | 87  |
| 4.1.1. Identificación de componentes ambientales   | 87  |
| 4.1.2. Identificación de componentes ambientales   | 88  |
| 4.1.3. Interacción entre actividades del proyecto y componentes ambientales susceptibles | 90  |
| 4.2. Evaluación y valoración del impacto ambiental                                       | 91  |
| CONCLUSIONES   | 99  |
| RECOMENDACIONES  | 100 |
| BIBLIOGRAFÍA   | 101 |
| ANEXOS   | 108 |

Puno, 21 de abril de 2016

**ÁREA:** Medio Ambiente.

**TEMA:** Instrumento de Auditoría Ambiental para Pequeña Minería y Minería Artesanal zona la Rinconada y Ananea.

**LÍNEA:** Ingeniería y Tecnología de Protección Ambiental.



## ÍNDICE DE TABLAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| 1. Regiones de explotación de la MPE y minería artesanal según tipo de yacimiento        | 9           |
| 2. Estimación de reservas - Rinconada  | 31          |
| 3. Ubicación de la Estación Ananea   | 38          |
| 4. Ubicación de las estaciones de monitoreo  | 40          |
| 5. Resultado de monitoreo de calidad del aire - partículas totales menores de 2.5 micras | 41          |
| 6. Resultado de monitoreo de calidad de aire – monóxido de carbono CO                    | 41          |
| 7. Resultado de monitoreo de calidad del aire – metales en el aire (plomo)               | 41          |
| 8. Ubicación de las estaciones de monitoreo  | 43          |
| 9. Valores ECA - Ruido   | 43          |
| 10. Niveles de ruido ambiental – horario diurno (07:01 a 22:00horas)                     | 44          |
| 11. Niveles de ruido ambiental – horario nocturno (22.07 h a 07:00 h)                    | 44          |
| 12. Ubicación de los puntos de monitoreo   | 47          |
| 13. Especies de flora silvestre registradas en el área de estudio                        | 63          |
| 14. Lista de mamíferos registrados en el área del proyecto                               | 65          |
| 15. Lista de aves registradas en el área del proyecto                                    | 65          |
| 16. Ubicación de las estaciones de monitoreo hidrobiológico                              | 67          |
| 17. Número de especies del fitoplancton por división y por estación                      | 68          |
| 18. Parámetros comunitarios del fitoplancton   | 70          |
| 19. Número de especies del zooplancton por división y por estación                       | 70          |
| 20. Matriz de identificación de impactos   | 78          |
| 21. Atributos de los impactos potenciales  | 85          |
| 22. Componentes ambientales susceptibles de ser impactados                               | 87          |
| 23. Actividades del proyecto – fuentes de impactos potenciales                           | 88          |
| 24. Matriz de valoración de impactos para la etapa de construcción                       | 92          |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| 1. Mapa conceptual para la identificación y evaluación de impactos ambientales.                                     | 26          |
| 2. Vista panorámica del área de influencia del proyecto con características de tundra pluvial – alpino subtropical. | 55          |
| 3. Vista panorámica del área de influencia del proyecto con características de zona nival – subtropical             | 56          |
| 4. Tierras altoandinas sin vegetación cerca de bocamina   | 58          |
| 5. Pajonal en ladera este – vecina a pampa molino.  | 58          |
| 6. Pajonal – matorral en ladera oeste vecina a pampa molino.  | 59          |
| 7. Pajonal – vegetación hidromórfica en pampa molino  | 60          |
| 8. Bofedal en pampa molino  | 60          |
| 9. Distribución de viviendas en el C.P. Cerro Lunar   | 72          |
| 10. Tendencias de vivienda  | 74          |



## ÍNDICE DE ANEXOS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| 1. Resultado del monitoreo In Situ                | 109         |
| 2. Metodología de ensayo                          | 110         |
| 3. Especies de flora registrados en el área       | 111         |
| 4. Matriz de causa efecto – etapa de construcción | 114         |
| 5. Matriz de causa efecto – etapa de operación    | 115         |
| 6. Matriz de causa efecto - etapa de cierre       | 116         |





## RESUMEN

La Rinconada es un centro poblado, ubicado en el distrito de Ananea, en la provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno, Perú. En dicha zona se desarrolla actividades mineras por distintas empresas, según la legislación peruana (Ley N° 27651, 2002) estas son clasificadas como pequeña minería y minería artesanal, entre ellos que se encuentra la Cooperativa Minera Metalúrgica CENAQUIMP Rinconada Cerro Lunar Limitada ubicada en la zona minera de la Rinconada y Ananea, en donde se tiene proyectado instalar una “Planta de Tratamiento de Relaves Orampillo”. Para una adecuada evaluación se contó con información de las actividades de las operaciones mineras del proyecto; así como la información del escenario ambiental donde se desarrollará el proyecto. Para el presente estudio se realizó la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por la actividad minera, de acuerdo a método de evaluación propuesto por Vicente Conesa. Para lo cual se propuso la matriz Causa - efecto para la identificación de impactos, y las Matrices de evaluación para las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto “Planta de Tratamiento de Relaves Orampillo”.

**Palabras clave:** Escenario ambiental, evaluación de impactos, identificación de impactos, matriz, minería, operación minera, pequeña minería



## ABSTRACT

La Rinconada is a populated center, located in the district of Ananea, in the province of San Antonio de Putina, department of Puno, Peru. In this area mining activities are carried out by different companies, according to Peruvian legislation (Law No. 27651, 2002) these are classified as small mining and artisanal mining, among them is the CENAQUIMP Rinconada Cerro Lunar Limitada Metallurgical Mining Cooperative located in the area Rinconada and Ananea mine, where it is planned to install an "Orampillo Tailings Treatment Plant". For an adequate evaluation, information was available on the activities of the project's mining operations; as well as information on the environmental scenario where the project will be developed. For the present study, the identification and evaluation of the environmental impacts generated by the mining activity was carried out, according to the evaluation method proposed by Vicente Conesa, in which the Cause - Effect matrix was proposed for the identification of impacts, and the matrices assessment for the construction, operation and closure stages of the "Orampillo Tailings Treatment Plant" project.

**Keywords:** Environmental scenery, evaluation of impacts, identification of impacts, matrix, mining, mining operation, minor

## INTRODUCCIÓN

El Perú es un país con una larga tradición minera, durante la época colonial, hubo un gran desarrollo en la exploración y explotación de oro, plata y mercurio y en menor grado de plomo por su asociación con la plata (Apraez, 2021; Quirós y Gabriel, 2020; Villas y Aranibar, 2003). Posteriormente, en la República se empiezan a explorar yacimientos de metales básicos debido a la creciente demanda de los países europeos y norteamericanos (Curi, 2018; Espinoza y Salazar, 2012; Gonzáles, 2019; Ipenza, 2013; Orihuela, 2019; Soto, 2015). En la última década, la presencia de las empresas junior canadienses ha impulsado el resurgimiento de la actividad exploratoria en el país y considerándose el octavo productor de oro en el mundo, el segundo de plata, el sétimo de cobre, y el cuarto de zinc y de plomo (Andia, 2018; Buezo, 2005; Glave y Kuramoto, 2001; Luna, 2018; Romero, Pachas, Zambrano, y Guarniz, 2005).

La minería peruana está orientada principalmente al mercado externo y es el sector económico que más contribuye en la balanza comercial, representado alrededor de 45% de las exportaciones totales (Arellano y Guzmán, 2011; Chaparro, 2000; Conesa, 2010; Lobato, 2013). Sin embargo, dado su reducido encadenamiento productivo e intensidad de mano de obra, representa apenas entre el 4 - 5% del PBI nacional y entre el 2-3% del empleo del país (Kuramoto y Glave, 2007; Uscuchagua, 2016). Sin embargo, a la alta cotización de los metales, cobra importancia la actividad minera desde el punto de vista macroeconómico, las exportaciones peruanas de minerales representan el 39% siendo el 6% del PBI en el 2011 (INEI, 2011; INGEMET, 2011).

Según la legislación peruana La Pequeña Minería y la Minería Artesanal son actividades que se sustentan en la utilización intensiva de mano de obra, que las convierten en una gran fuente de generación de empleo y reduzcan la pobreza (CEPAL y OIT, 2018), y de beneficios colaterales productivos en las áreas de influencia de sus operaciones, que generalmente son las más apartadas y deprimidas del país, constituyéndose en polos de desarrollo.

La Pequeña Minería y Minería Artesanal están vinculadas principalmente a la explotación de oro, por un lado, debido a que es un mineral en el cual, los niveles de inversión son bastante bajos respecto de la inversión minera en general y, por otro, debido a que su alto

precio posibilita mantener un adecuado nivel de rentabilidad (Kuramoto y Glave, 2007; Linares, 2020; Olaru, Şandru, y Pirnea, 2014; Ugaz, 2009).

La Minería Artesanal Aurífera tiene la característica de usar una tecnología muy simple y rudimentaria, y depender casi exclusivamente de la mano de obra humana. Debido a la casi nula inversión en capital, mínimo gasto en insumos industriales y en la actualidad una cotización alta del precio del oro en el mercado mundial; este tipo de minería hace rentables operaciones que de otra manera no serían atractivas para un inversionista minero formal (Loayza, 2017; Percca, 2021; Santillana, 2006; Torres, 2017). Es así, que yacimientos de vetas con leyes muy altas, pero sin las reservas suficientes para justificar una inversión minera, resultan siendo rentables si son explotadas por los mineros artesanales. Lo cual, ha originado que las pocas empresas mineras que funcionen en las zonas donde existe la Minería Artesanal, se articulen productivamente con los mineros artesanales y/o informales (Cuentas y Velarde, 2011; Obando y Tomaya, 1999; Pantoja, 2016).

El presente estudio tiene por objetivo proponer una herramienta para la implementación de un instrumento ambiental, para el control de impactos ambientales potenciales por la actividad de la pequeña minería y minería artesanal en la zona Rinconada y Ananea, Puno – Perú. Para lo cual se consideró información declarada por la Cooperativa Minera Metalúrgica CENAQUIMP de Rinconada y Cerro Lunar Ltda. Para la implementación de una planta de tratamiento de relaves, el cual tiene por finalidad tratar los relaves de las minas auríferas ubicados en la Rinconada, Cerro Lunar y zonas aledañas como Ananea, con el propósito de procesar el relave mediante el proceso de lixiviación - adsorción para obtener como producto carbón activado cargado y transportarlo a la ciudad de Arequipa para su desorción (CENAQUIMP, 2014; Cuentas, 2009; Goyzueta y Trigos, 2009; Ley N 27651, 2002; MINEM, 1998).



## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Contexto y marco teórico

##### A. Contexto

Los yacimientos auríferos del paraje de la Rinconada eran conocidos desde la época de los incas, pues, los deshielos de los nevados de la Cordillera del Ananea arrastraban pepitas de oro hacia las faldas de los cerros y estos eran utilizados para la confección de joyas y utensilios para los templos de los incas.

Durante el virreinato, los jesuitas explotaron el yacimiento administrándolo desde Potosí, mediante las mitas mineras, que eran trabajos obligatorios realizados por indios traídos de diferentes lugares del departamento de Puno.

En los primeros años de la era Republicana, los yacimientos fueron concedidos a la familia Irigoyen por su brillante participación durante la gesta libertadora. Luego en 1860, el coronel Moya, prefecto del departamento de Puno, aprovechando su cargo de autoridad se hizo cargo de la explotación del yacimiento. Durante la guerra del Pacífico, las fuerzas invasoras chilenas trabajaron intensamente en la zona (Buezo, 2005).

En 1952, Tomás Cenzano Cáceres denuncia el oro filoneano del paraje de la Rinconada; en 1979, Tomás Cenzano Cáceres constituye la Cía. Minera Aurífera Ana María S.A., de la que era su principal y mayoritario accionista a la que cede por 15 años, todos los derechos mineros que constituyen la UEA Ana María de Puno; en 1987, Tomás Cenzano transfiere 100% de la Cía. Minera Ana María S.A., a Francisco Cárdenas Arbieto y otros, y además le amplía a esta empresa el plazo de cesión contractual de las concesiones Ana

María de 15 a 28 años, 1979 a 2007 (Arellano y Guzmán, 2011; González, 2008; Lagos *et al.*, 2002).

En la década de los 80, parte del área fue invadida por mineros informales que a la fecha continúan realizando operaciones artesanales, en algunos casos en forma mecanizada (Chaparro, 2000; Linares, 2020; Villas y Aranibar, 2003).

En 1998 se constituye la Corporación Minera Ananea S.A., siendo actualmente la propietaria de todos los derechos mineros que conforman la UEA Ana María. El año 2001 firma contratos de laboreo con los mineros artesanales y el año 2003 acuerdos de explotación asignándoles 357 hectáreas dentro de sus concesiones. El año 2004, suscribe un contrato de riesgo compartido con Master Support Mining S.A.C., con el nombre de Comuni 21, la que actualmente opera la mina del mismo nombre, Santa Ana y la planta de beneficio con capacidad instalada de 25 TM/día (Buezo, 2005; Ipenza, 2013; Lobato, 2013; USDA, 2010).

Los mineros artesanales están organizados en tres cooperativas mineras: cooperativa Lunar de Oro, cooperativa San Francisco de la Rinconada y cooperativa Cerro San Francisco, los que se encuentran integrados en una Central de Cooperativas (Cuentas y Velarde, 2011; Goyzueta y Trigos, 2009; INGEMET, 2011; Soto, 2015).

En agosto del 2007, la Central de Cooperativas ha adquirido el 56% de las acciones de Corporación Minera Ananea S.A., asumiendo la gerencia de la misma.

El mismo año del 2007, la Cooperativa Minera Metalúrgica CENAQUIMP de Rinconada y Cerro Lunar Ltda.; es registrada Ante la SUNARP, de la zona registral de N° XIII. Sede Tacna, Oficina registral Juliaca con N° de partida: 11067490, siendo el presidente del consejo de Administración el Sr. Luis Martin Puma Puma (Apraez, 2021; Linares, 2020; MINEM, 1998; Ugaz, 2009).

En el año del 2008, la Cooperativa Minera Metalúrgica CENAQUIMP de Rinconada y Cerro Lunar Ltda. compra el 2% de las acciones de la Corporación Minera Ananea S.A.

La Cooperativa Minera Metalúrgica CENAQUIMP de Rinconada y Cerro Lunar Ltda.; se encuentra en la zona minera de la Rinconada y Ananea. Mediante la planta de tratamiento de relaves Orampillo trata los relaves de las minas auríferas ubicados en la rinconada, Cerró Lunar y zonas aledañas como Ananea, utilizando el proceso de

lixiviación - adsorción para obtener como producto carbón activado cargado y transportarlo a la ciudad de Arequipa para su desorción (CENAQUIMP, 2014)

Este tipo de planta de tratamiento utiliza, de manera intensiva, regulares cantidades de cianuro, que permite recuperar el oro de los relaves mediante pozas de cianuración. Para desarrollar todo este proceso, se requiere que las operaciones permitan un trabajo con tecnologías limpias y un área adecuada que permita la distribución de operaciones con facilidad de operación (Cuentas, 2009; García, 2019; Luna, 2018).

Las operaciones mineras no implican la remoción de rocas, puesto que directamente se trata los relaves adquiridos por la Cooperativa CENAQUIMP. El tratamiento de relaves es de 25 TM/día por poza de cianuración, considerando 16 pozas. La producción es de 750 TM/mes. El proceso requirió la construcción de un depósito de material estéril con capacidad para 90 000 toneladas, con posibilidad de expansión. El proceso metalúrgico es en circuito cerrado, con lo cual la demanda de agua fresca es de sólo 4.94 L/min. Promedio a nivel de planta, y básicamente está destinada a suplir las pérdidas por evaporación y por humedad residual en la pila y depósito de relaves. El agua para el proceso se obtendrá del proveedor de agua debidamente autorizado que existen en la Zona, estos son transportados en cisternas hacia la planta. La alimentación del agua fresca se realizará al inicio de operaciones posteriormente la recirculación de la solución reducirá considerablemente la alimentación de agua fresca (Orihuela, 2019; Pantoja, 2016; Ugaz, 2009).

## **B. Marco conceptual**

### **1.1.1. La minería en pequeña escala**

La Minería en Pequeña Escala (MPE) es una actividad desarrollada en diversas partes del mundo; desde pequeñas explotaciones de carbón en la China hasta los buscadores de gemas y piedras preciosas en la selva del Matto Grosso en el Brasil, pasando por los lavaderos de oro de Madre de Dios, y vetas ubicadas a más de 5000 msnm en Puno, Perú. Según información de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), más de 13 millones de personas en el mundo realizan actividad minera en pequeña escala en su forma artesanal, y en América Latina, donde la actividad se encuentra bastante extendida, la MPE significa un alto porcentaje de la producción aurífera continental y gran parte de la fuerza laboral dedicada a la explotación minera en

general. Se estima que en América Latina y el Caribe 1,6 millones de personas se dedica a la actividad minera en pequeña escala (OIT: 1999), la producción de la MPE alcanza los US \$ 2,880 millones al año, convirtiéndose de esta manera en un importante agente dinamizador de pequeñas lógicas económicas-comerciales en diferentes localidades del Continente (Chaparro, 2000).

Pese a la importancia y al fuerte impacto económico de la MPE, ésta se desarrolla por lo general en contextos alejados de los centros urbanos, en zonas clasificadas como muy pobres o de pobreza extrema, en donde no existen muchas posibilidades de desarrollo. Otro aspecto necesario de señalar es que la MPE es un sector bastante diverso en sus formas de organización, modalidades de trabajo y uso tecnológico, así como en la variedad de metales y minerales explotados (Percca, 2021); “...*existen ópticas variadas que tratan de explicar la expansión de la minería en pequeña escala en la región...*” (Santillana, 2006). Estas diferentes perspectivas coinciden en afirmar que las causas de su rápida expansión (en los últimos 20 años) han sido la búsqueda de alternativas a condiciones de pobreza, directamente relacionada con el desempleo urbano, la baja rentabilidad de las actividades agropecuarias tradicionales en zonas rurales y, en algunos casos (como en el Perú y Colombia), la situación de violencia política.

Los organismos gubernamentales también se han ocupado de la MPE, así como quedó señalado durante las Conferencias de Ministros de las Américas, realizadas en las ciudades de Buenos Aires y Caracas (1998 y 1999 respectivamente), donde se emitieron pronunciamientos respecto a esta actividad. Organismos financieros como el Banco Mundial a través de CASM (Communities and Small Scale Mining), demuestran también la necesidad de profundizar el análisis de este importante sector productivo. Más recientemente, iniciativas como de la “Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable” (MMSD) en el 2001, han permitido avanzar hacia una mejor y más directa aproximación a las esferas legal, económica, social, productiva y medio ambiental de la minería en pequeña escala en varios de los países de la región (Glave y Kuramoto, 2001).

Finalmente, debemos señalar que en los últimos años y por un sentido práctico de relevancia, diversos organismos financieros (Banco Mundial, BID), Centros de Investigación (IDRC de Canadá, Ekamolle y GRADE en Perú, CETEM de Brasil),



así como órganos de gobierno han establecido la diferenciación de clasificación entre Pequeña Minería y Minería Artesanal para el caso específico de la explotación aurífera, debido principalmente al contexto específico en que esta actividad se lleva a cabo

La definición de Pequeña Minería Artesanal (PMA), que mayor consenso suscita es la establecida por el Banco Mundial, que la define como “... *el tipo de minería más primaria, caracterizada por individuos o grupos de individuos que explotan depósitos en pequeña escala con métodos manuales y equipos muy simples*” (Ugaz, 2009).

### **1.1.2. La minería artesanal de oro en el Perú**

La minería artesanal en el Perú explota casi exclusivamente el oro, y se desarrolla principalmente en seis regiones en el país: Madre de Dios, Puno, Ica, Ayacucho, Arequipa y La Libertad. En las regiones de Ica, Ayacucho y Arequipa, la explotación minera artesanal se concentra en el territorio denominado eje Nazca – Ocoña (nombre asignado por el Instituto Geofísico del Perú). En nuestra investigación utilizaremos la denominación brindada por el Instituto Geofísico, señalando de manera precisa la región de la que hablamos cuando sea necesario (Buezo, 2005; Osinergmin, 2007; Villas y Aranibar, 2003).

Para el Ministerio de Energía y Minas, la más importante región según volumen de producción es Madre de Dios con el 59% del total de la producción artesanal de oro, Puno ocupa el segundo lugar con 21%, el eje Nazca – Ocoña en tercer lugar con 18% y finalmente La Libertad con 2% sobre el total de la producción aurífera artesanal (Glave y Kuramoto, 2001).

Las regiones en donde se desarrolla la explotación minera artesanal de oro tienen yacimientos de distintas características. En la región de Madre de Dios, por ejemplo, las operaciones mineras se ubican principalmente en las localidades de la Llanura y el tipo de yacimiento es aluvial principalmente. En el eje Nazca- Ocoña, la mineralogía se desarrolla en filones o vetas de espesor reducido y alta ley. En Puno, existen yacimientos primarios de tipo veta y mantos, y yacimientos secundarios denominados placeres (Enriquecimiento aluvial o marino de minerales densos y

resistentes, p.e. oro, formado por erosión y concentración física). Finalmente, en La Libertad, los yacimientos son de tipo filoneano o aluviales (SENACE, 2007).

Los asentamientos humanos conformados por mineros artesanales pueden ser muy recientes o mucho más antiguos. En efecto la minería artesanal es una actividad originada por la pobreza extrema y por la oportunidad que brinda una actividad que no requiere especial calificación y que puede iniciarse con muy poco capital de trabajo, además de tener el factor atractivo que genera la explotación de oro (Lagos *et al.*, 2002). “*enriquecimiento rápido y fácil*”, tal como se evidencia en el caso de Madre de Dios, en donde se descubrió oro en los placeres (Zona de aluviones donde están acumulados minerales explotables) y lechos de los ríos originando una masiva migración (especialmente desde las zonas más pobres del país), ó en como el caso de Sol de Oro (en Nazca), área de explotación minera artesanal que se vio rápidamente sobre poblada en lo que podríamos identificar como la primera fiebre de oro en el país hace ya más de 30 años. Pero en otras zonas, la historia de la explotación del yacimiento es más antigua. En Puno “*...Las operaciones artesanales se encuentran en áreas mineras que tradicionalmente han sido explotadas de manera tradicional, (...), en donde la explotación de estos yacimientos data desde la época Colonial y donde la inversión minera a gran escala no ha sido promocionada*” (Kuramoto, 2001). En la zona del eje Nazca – Ocoña, la minería artesanal se practica en zonas donde existían empresas mineras, pero que por problemas de rentabilidad han sido cerradas.

Veamos primero los diferentes contextos regionales de la minería artesanal (en la parte denominada “marco teórico y metodología utilizada” veremos con más precisión los casos estudiados dentro de estas regiones). Para mayor detalle se adjunta en la sección de anexo un mapa físico en donde se ubican las principales áreas en donde se realiza la minería artesanal aurífera en el Perú.

Tabla 1

*Regiones de explotación de la MPE y minería artesanal según tipo de yacimiento*

| Región        | Provincia                                      | Asentamientos mineros                                 | Tipo                 |
|---------------|--|---|----------------------|
| Madre de Dios | Cuencas de los ríos Huaypetuhe y Madre de Dios | Tres Islas, La Pastora, Laberinto, Colorado, San Juan | Yacimiento Aluvial   |
|               | San Antonio de Putina                          | Ananea, La Rinconada, Cerro Lunar, Ancoccala          | Yacimiento Filoneana |
| Puno          | Sandia   | San Antonio del Oro, Yanahuaya, Masiapo               | Yacimiento Aluvial   |

Fuente: Kuramoto (2001).

Puno: En esta región ubicada en la sierra sur del país, la actividad minera data de la época colonial. Muchas de estas áreas mineras se encuentran ubicadas sobre los 4 000 y hasta los 5 000 msnm.

Se estima que alrededor de 8 400 personas se dedican a la minería artesanal en Puno. En la parte alta de Ananea (San Antonio de Putina), la comunidad desarrolla también la actividad ganadera (crianza de alpacas). Los pobladores anteriormente combinaban las actividades económicas de minería artesanal con la ganadería, sin embargo desde los años 90 con las privatizaciones, el Ministerio de Energía y Minas brindó concesiones de derecho de explotación minera a las organizaciones de mineros artesanales con la condición previa de que los trabajadores se organicen en cooperativas, de tal modo se ha desarrollado una especialización del trabajo minero, y una forma especial de organización para el trabajo (la cooperativa). La Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Putina titular de la concesión organiza el trabajo de las 8 cooperativas que existen en Ananea (MACROCONSULT, 2012); En la parte de Cerro Lunar, las condiciones de vida son bastante duras debido a las bajas temperaturas y a la ausencia total de servicios. En esta parte la presencia de cantinas y prostitución en las calles dan una visión totalmente desgarradora del lugar. La zona de Puno fue nuestra segunda zona de estudio, se estableció contacto con ocho organizaciones de mineros artesanales (cooperativas), todas ubicadas en el distrito de Ananea (Buezo, 2005).

### 1.1.3. Minería artesanal: formalidad y legalidad

Hasta antes de la Ley N° 27651 de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, promulgada el 19 de abril de 2002, las diversas publicaciones de parte de organizaciones especializadas en investigación e intervención<sup>10</sup> coincidían en señalar que la definición de Minería Artesanal no estaba considerada en las normas de la legislación minera. Tal afirmación no es del todo correcta, pues tal como lo señala (Chaparro, 2000), según el marco legal anterior (Ley General de Minería N° 18880, sustituida posteriormente por el Decreto Legislativo N° 109), la clasificación de la Pequeña Minería establecía principalmente dos subdivisiones: Minería Tradicional (metálica –poli metálica y aurífera- y no metálica) y Minería Artesanal (aurífera y no metálica), y establecía además que la Pequeña Minería, era una actividad ejercida por pequeños productores mineros que entre denuncios, petitorios o concesiones, posean hasta 1 000 ha y tengan una capacidad instalada de producción y/o beneficio de hasta 150 TM/día para la minería tradicional, y de hasta 25 TM/día para la minería artesanal con excepción de materiales de construcción. Dentro de esta clasificación se encontraban entonces los mineros artesanales.

“... Se define como Minero Informal a aquellos individuos que se dedican a explotar y beneficiar minerales, sin poseer título minero o relación contractual que justifique dicha actividad. Usualmente se tiende a asociar al minero informal con individuos que desarrollan sus labores de manera artesanal...” (MINAM, 2016).

Ley N° 27651 (2002), busca establecer normas adecuadas a la minería artesanal de modo a permitir su formalización, para ser considerado pequeño minero es necesario no exceder el área de 2 000 ha; en cambio para ser minero artesanal, el área de explotación no debe exceder las 1 000 ha. El minero artesanal se debe dedicar permanentemente a la minería y ésta debe ser su sustento principal. No debe producir más de 25 TM por día, y tener técnicas de explotación manuales y básicas, como lampas, picos combos, barretas, cinceles carretillas, carros mineros zarandas, quimbaletes, maritatas, tolvas, perforadoras eléctricas y bombas eléctricas de baja potencia.

Según Ipenza (2013), las diferencias entre un minero ilegal y minero informal es la interdicción o prohibición que se aplica para la actividad minera ilegal refiriéndose a

la persona que opera solo con petitorios mineros, y con concesión sin tener alguna certificación ambiental probada.

Sin embargo, como en muchos otros aspectos, el Estado a través de sus organismos especializados no cuenta con la capacidad institucional suficiente para verificar y controlar el cumplimiento de las normas por parte de los mineros artesanales y dado que la mayoría de ellos inició sus actividades antes de la promulgación de la nueva ley, las condiciones para cumplir las normas eran tan altas que muchos optaron por la informalidad, es más como se demostrará más adelante, muchos de los actuales mineros artesanales, al momento de iniciar sus actividades tenían un desconocimiento total de las normas. Por ello sigue siendo común hablar de informalidad en el contexto en el que se desarrolla la MPE, que como bien lo señala Zoila Martínez: “...la ausencia o débil presencia del Estado, contribuye a que en los ámbitos de la MPE se configuren situaciones de exclusión social, con implicancias en la limitada, o no-vigencia de los derechos humanos fundamentales, particularmente para los segmentos sociales más vulnerables: mujeres y niños” (Buezo, 2005).

La situación de desempleo y el proceso de desplazamiento social han originado desde hace ya varios años la aparición de empleos precarios, principalmente autogenerados, los mismos que se desarrollan de manera principal en el sector informal. Este fenómeno se presenta como una respuesta innovadora frente al desempleo, sin embargo, oculta una condición más precaria; la de la sobrevivencia. Esta condición de autoempleo como sobrevivencia constituye una realidad en el contexto de la minería artesanal por las siguientes características:

- Condiciones de trabajo de alto riesgo, donde no se aplican medidas de seguridad ocupacional.
- Trabajadores sin cobertura de servicios de salud ni seguridad social.
- Mecanización básica y uso de técnicas rudimentarias, y limitado acceso a cambios tecnológicos y fuentes de financiamiento.
- Débil o casi nula presencia de instituciones estatales.

- Relaciones asimétricas de transacción, en tanto los excedentes y la acumulación queda en los intermediarios.
- Desprotección legal frente al sector formal (los mineros artesanales, no pueden participar en los mercados formales).
- Contextos sociales marcados por la pobreza y la ausencia de oportunidades para diversificar las actividades productivas.

En el estudio nos hemos centrado en el análisis de la actividad minera artesanal, es decir de la actividad minera que por su baja productividad y reducida incorporación tecnológica no puede ser considerada “pequeña minería”. Sin embargo, algunas estructuras organizativas de mineros artesanales permiten a sus miembros acceder a más innovación tecnológica, mientras otras no logran mejorar las condiciones precarias de trabajo de sus afiliados.

#### **1.1.4. Las organizaciones de Minería Artesanal**

Definimos a las organizaciones como unidades de gestión de actividades orientadas hacia el logro de los objetivos propuestos por sus miembros.

Como menciona Linares (2020), algunas organizaciones superan limitaciones organizativas y obtienen concesiones inscritas en el Registro Integral Minera donde se busca la certificación de dichas organizaciones de minería artesanal, pero aun algunas organizaciones tienen dificultades con el desarrollo de las funciones gerenciales y el cumplimiento de las obligaciones contables y tributarias.

Según Obando y Tomaya (1999), desde el aspecto productivo, es posible diferenciar dos tipos de organizaciones; por un lado, se encuentran las *unidades productivas*, que son aquellas que realizan todo el proceso productivo (extracción y recuperación). Este tipo de organización por lo general responde al tipo de mineralización existente, las facilidades de acceso y el destino final del producto. Por otra parte, podemos encontrar las *plantas de beneficio*, que son las que realizan solo una parte del proceso (normalmente las que recuperan el relave y/o procesan el mineral extraído por otros mineros). Estas plantas controlan la comercialización de los relaves imponiendo sus condiciones comerciales y terminando el proceso con un mayor valor agregado.

Tal como lo hemos podido constatar, estos dos tipos de organización conviven normalmente hasta que algún hecho origina discrepancias, específicamente respecto a los precios en juego. Hacia mediados de los años 80 la tendencia decreciente en el precio internacional del oro, el agotamiento de los afloramientos importantes, la reducción en la producción de los relaves, obligó el cierre de algunas plantas, sin embargo, también se han originado algunos “*mecanismos alternativos*” como los contratos de cesión de derechos (Goyzueta y Trigos, 2009).

Para efectos del presente estudio, nos ocuparemos de las unidades productivas de minería artesanal, considerándolas como parte importante de un circuito económico local y regional. Según consta en los registros mineros, existen tres tipos de organizaciones dedicadas a la minería artesanal dentro de las unidades productivas, estas son las Asociaciones, las Cooperativas y las Empresas.

Se puede evidenciar que las unidades productivas conformadas por mineros artesanales, en gran medida no han evolucionado hacia formas de organización empresarial, y muchas se mantienen en la informalidad. Existen pocas experiencias de constitución de empresas; sin embargo, hay que señalar que, con la nueva legislación, esta situación estaría empezando a revertirse.

Lamentablemente durante el periodo de estudio no existe un análisis serio del impacto de la ley. Kathia Romero y Gustavo Zambrano de la ONG CooperAcción, en un texto denominado “Contexto legal e institucionalidad de la minería a pequeña escala en Perú”, señalan como efectos positivos de la ley la formalización de empresas en lo que ellos denominan el Sur Medio (eje Nazca –Ocoña), sin embargo y como lo hemos podido constatar, estas organizaciones se encontraban registradas mucho antes de la promulgación de la nueva ley.

En el contexto de la minería artesanal, el tipo de organización básico ha sido el de las Asociaciones, muchas de las cuales cuentan con personería jurídica. El objetivo con el cual se conformaron estas organizaciones fue defender el espacio de trabajo (muchas veces ocupado de manera ilegal –invasiones–) frente a las amenazas de desalojo por los titulares de los lugares en donde se realizaba la extracción del mineral. Posteriormente y según se fueron conformando asentamientos humanos cerca de las áreas de explotación minera, empezaron a ampliar sus objetivos demandando la atención del estado para la prestación de servicios básicos como

salud, educación, principalmente. Dado el carácter de este tipo de organización representaba intereses diversos y a veces disímiles puesto que en sus inicios muchas de estas asociaciones incluían a personas que no realizaban estrictamente trabajo minero, como profesores, comerciantes, transportistas, etc. Sin embargo, el elemento integrador y que definía muchas veces la unidad ha sido el hecho de compartir el espacio de trabajo y enfrentar de manera conjunta las amenazas que pudieran significar elementos externos como los nuevos invasores, medianas empresas privadas, organizaciones terroristas, etc. (Apraez, 2021; Kuramoto, 2001).

De esta manera podemos señalar que la motivación principal para conformar las asociaciones mineras artesanales, ha sido buscar unidad y mecanismos de representación para la defensa colectiva de “sus derechos” y la búsqueda de solución a sus problemas inmediatos.

La experiencia de conformación de organizaciones empresariales tiene su antecedente más importante en el caso de la Comunidad Minera Mollehuaca S.A. que gracias al apoyo de Ekamolle, de la Cooperación Internacional y a la participación de la Prelatura de Caravelí, logró constituir una Planta Metalúrgica. Sin embargo y debido a la poca experiencia de sus miembros esta organización de tipo empresarial se conformó en la lógica de las asociaciones, y lamentablemente no logró consolidarse como una sociedad mercantil.

*“...la situación de informalidad en la que se encuentran trabajando muchos mineros ha originado que se den una serie de iniciativas, propias o apoyadas por el gobierno y otras instituciones, para crear organizaciones que los representen y les permitan expresar sus necesidades y exigir sus derechos”*(Kuramoto, 2001).

Los principales obstáculos para la conformación de estas organizaciones ha sido la natural desconfianza y el individualismo predominante del minero artesanal. Para ello se necesita implementar programas de capacitación que permita a los mineros artesanales entender primero, cómo es que funciona una organización, y luego saber cuál es la forma organizativa que más les conviene.

Los logros de las organizaciones de mineros artesanales, que se han conformado bajo la forma de Cooperativas en Puno y de Empresas en el eje Nazca - Ocoña, se materializan en mayores capacidades para negociar condiciones con los titulares de



los denuncios y en la obtención de sus propias concesiones. Asimismo, en mejorar las condiciones de los poblados, logrando el apoyo de instituciones mediante programas de desarrollo, orientados principalmente a atender los problemas de salud, educación y nutrición para sus hijos, de capacitación para las mujeres, así como la carencia de infraestructura en sus poblados. Esto ha incentivado a otros poblados mineros a seguir los mismos pasos (García, 2019; Kuramoto, 2001).

## 1.2. Antecedentes

En la investigación internacional de Pantoja (2016), se diseñó un protocolo donde se analizó cualitativamente los antecedentes de la compañía minera de estudio, se aportó conocimientos técnicos y digitales donde se evidencio como ciertos países optan por un modelo de negocio que no es sustentable ni ambientalmente responsable; demostrándose que los datos estandarizados permiten que el inspector publico asegure el cumplimiento de la legislación ambiental, los estándares de gestión y las operaciones de las faenas mineras.

Olaru *et al.* (2014), en su investigación determinaron la medida en que se pueden alcanzar los objetivos técnicos y económicos de la inversión en un contexto fuertemente influenciado por diversos riesgos, incluidos los ambientales, los resultados de esta investigación mostraron que la integración de un análisis múltiple de principales aspectos a estudiar basado en un determinado modelo de estudio permite determinar el grado de incertidumbre en el logro de cada uno de los indicadores a estudiar por lo que se tendrá un impacto positivo de los objetivos de un proyecto.

Respecto a estudios nacionales, Buezo (2005), en su investigación indica que la rentabilidad de la minería artesanal desde la percepción de los mineros artesanales es más conveniente ya que no tienen normas para cumplir, aseverando que la minera artesanal tienen sentido evolutivo donde las mismas asociaciones implementan acciones colectivas para demandar al estado la provisiona de bienes públicos como salud, educación, agua, desagüe, etc., pero al representar objetivos diferentes el funcionamiento de las organizaciones es deficiente e imprecisa.

Arellano y Guzmán (2011), en su estudio indican que la Corporación Minera Ananea S.A., el 1999, en cumplimiento de la legislación ambiental minera, presentó un Estudio de Impacto Ambiental para su Unidad Económica Administrativa Ana María de Puno y

una planta de beneficio de 25 TM/día; dicho estudio fue preparado por el Centro de Promoción de Desarrollo Social y Medio Ambiente (CEPRODESMA). En el mismo, utilizando la Matriz de Leopold, identificaron 22 actividades susceptibles de generar impacto ambiental y 42 componentes ambientales que pueden sufrir impacto ambiental, de la interrelación entre actividades y componentes ambientales identificaron 115 impactos, los cuales fueron valorados cualitativamente empleando dos (02) indicadores: magnitud e intensidad.

Orihuela (2019), evalúa la efectividad del programa integral de responsabilidad social y ambiental – PIRSA de la empresa minera Barrick en el departamento de Ancash; el enfoque cualitativo de la investigación permitió medir el nivel socioeconómico de la población y la responsabilidad social – ambiental, donde se demostró que el impacto ambiental generado por la responsabilidad social-ambiental es elevadamente positivo.

Ugaz (2009), indica en su investigación que es importante la metodología para analizar la gestión ambiental en la pequeña minería artesanal, es importante conocer la perspectiva económica, financiera y su contribución con el canon en beneficio de algunas regiones del Perú, ya que el proceso implica acelerar el crecimiento de la economía a pesar de los problemas en el mercado internacional.

El 2002, el Instituto Salud y Trabajo (ISAT) y La Red Titikaka con el auspicio del Programa Internacional para la Erradicación del Trabajo Infantil (IPEC), reportaron los resultados de un estudio de salud titulado “Niveles de exposición ambiental ocupacional y estado de salud de los niños de la comunidad minera artesanal de oro. La Rinconada”, en dicho estudio se realizó la evaluación física y psicológica de 97 niños de los barrios 3 de Mayo y Riticucho del centro poblado de La Rinconada, se tomaron también muestras biológicas en orina para la determinación de mercurio metálico y se aplicó una encuesta para valorar la exposición ambiental y ocupacional de los niños. Los resultados indican que no existió diferencia significativa entre la población de 3 de Mayo y de Riticucho; los niños presentan alteraciones en el sistema nervioso periférico, alarmante porcentaje de desnutrición crónica y un porcentaje importante de niños con niveles de maduración y capacidad intelectual por debajo del promedio esperado. No se encontraron niveles significativos de mercurio en la orina ni alteraciones osteomusculares, y presentaban un nivel alto de exposición ambiental y ocupacional al mercurio (MINAM, 2016).

El 2004, la oficina regional de Puno de CARE – Perú, como parte de la II fase del Programa de Acción La Rinconada, en el marco del Proyecto para la Prevención y Eliminación Progresiva del Trabajo Infantil en la Minería Artesanal de Oro en Sudamérica, propiciado por el Programa Internacional para la Erradicación del Trabajo Infantil (IPEC) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), formuló un estudio socioeconómico de La Rinconada a partir de la base de datos del censo sociodemográfico y económico realizado en el mencionado centro poblado minero en abril del 2002 por La Red Titikaka con la asesoría del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), El estudio presenta las características demográficas, de vivienda y sociales de la población asentada en la Rinconada, aspectos de ocupación e ingresos de las familias, el conocimiento que se tiene sobre el medioambiente y los riesgos en la minería y los rasgos más distintivos de la situación de la mujer, y de niños y adolescentes, en cuanto a educación, empleos, ingresos y de salud (INEI, 2011; OIT, 2018).

Andia (2018), en su estudio tuvo como objetivo estudiar los procesos de gestión para mejorar el sistema de aprobación de la certificación ambiental y disminución de la informalidad de la minería artesanal en el Gobierno Regional de Arequipa, el instrumento que se aplicó fue el IGAC relacionado a la evaluación de gestión ambiental correctivo, donde menciona que en el Perú existe el doble de mineros informales que los formales, los resultados cualitativos permiten disminuir los índices de informalidad e incrementan la recaudación fiscal por la minería en pequeña escala, donde es necesario desarrollar mecanismos de control del medio ambiente.

Curi (2018), busco determinar si la autoría ambiental incidía positivamente en la gestión de las empresas del sector minero de las regiones de Junín y Cajamarca, concluyendo que la aplicación de una auditoría ambiental incide favorablemente en la gestión del sector minero en dichas regiones, a través de sus técnicas, procedimientos y todos sus mecanismos a fin de detectar los errores que se cometen para poder aplicar medidas correctivas y preventivas para mejorar la situación de las organizaciones mineras.

Espinoza y Salazar (2012), en su trabajo investigación busco examinar los impactos ambientales potenciales en su caso de estudio, comparándolo con alternativas posibles y recomienda medidas necesarias para prevenir, aminorar, y mitigar los impactos adversos para mejorar el impacto ambiental de la minería artesanal, la descripción cualitativa de la investigación ayuda a diseñar propuestas de mejora en el proyecto.

Luna (2018), realizó su estudio en base a la evaluación del cumplimiento de gestión ambiental en una empresa minera, para detectar cualitativamente los impactos ambientales para desarrollar una propuesta de proceso de mejora y continua.

Quirós y Gabriel (2020), buscaron implementar un instrumento de gestión ambiental como propuesta para la formalización de la pequeña minería y minería artesanal en diferentes aspectos, evaluándose el impacto generado por el desarrollo de sus actividades en el medio ambiente, dando valores cualitativos de los principales impactos de la actividad minera buscando regirse a los parámetros mineros.

García (2019), su estudio refiere a la problemática de desarrollo de la minería artesanal en Chala, donde las instituciones del estado tratan de solucionar los problemas ambientales por medio de normas sectoriales y nacionales, se buscó desarrollar una propuesta de desarrollo local sostenible mediante los alcances de la Política Nacional Ambiental.

Loayza (2017), en su estudio de investigación tuvo como objetivo comprobar el adecuado manejo de gestión ambiental para la contribución al mejoramiento de la explotación aurífera artesanal, se analizó los impactos socio-ambientales que genera la minería, el diagnóstico cualitativo permitió un análisis detallado del impacto ambiental generado en dicha zona, por lo que se diseñó un plan de manejo ambiental para mejorar la producción y prevenir la contaminación.

Torres (2017), la identificación y la valoración de los aspectos ambientales en base a la propuesta de implementación de un sistema de gestión ambiental, los aspectos de evaluación se relacionaron con la generación de polvo, perforación, residuos sólidos peligrosos, agua residual transporte y descarga de mineral que fueron evaluados mediante tres escenarios los cuales fueron el entorno natural, humano y socioeconómico permitiendo encontrar riesgos ambientales.

Uscuchagua (2016), tras la evaluación del impacto ambiental en la actividad humana y el entorno, se determinó que la actividad minera causa graves daños en su entorno por lo que es necesario los estudios ambientales, económicos y sociales, la investigación es de carácter cualitativo por lo que la metodología de análisis demuestra que las variaciones que se producen en el proyecto y el emplazamiento se pudo comprobar la efectividad de las medidas correctoras.

Soto (2015), en su estudio identifica los tipos de actividad de explotación minera de la pequeña minería y minería artesanal, según su ubicación en el departamento de Puno, describir el Proceso Extraordinario de Formalización Minera, en el periodo 2012 al 2014 y propone diferentes alternativas de solución al proceso de formalización, adecuadas a la realidad de las diferentes condiciones existentes en el departamento de Puno, en su estudio se determinó que en Sandia el consumo requerido de agua es menor que en Carabaya y San Antonio de Putina, esto se refleja también en el uso de mercurio, dado que el volumen de tierras movido en la minería aluvial es mucho mayor al de la minería filoniana; también se identificó catorce requisitos del proceso de formalización, que hasta diciembre del 2014 han sido cumplido por un aproximado de quinientos mineros del departamento de Puno.

Percca (2021). En la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano en convenio con Montana Tech, la Universidad de Montana, el 2003, realizaron una investigación conjunta sobre la contaminación del río Ramis con mercurio y metales pesados debido a la actividad minera, el río Ramis nace en la zona donde se encuentra el yacimiento minero de la Rinconada. En la zona de La Rinconada, se colectaron muestras de agua, suelos y sedimentos para determinar la concentración del mercurio y metales pesados en las mismas.

Cuentas y Velarde (2011), desarrolló la evaluación técnica de los procesos de amalgamación del oro por quimbaletes y molinos en la Rinconada – Puno, cuyos resultados fueron presentados en el encuentro de ECI 2005 de invierno.

Cuentas (2009), desarrolló la evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por la actividad minera en La Rinconada Puno, en el cual realizó la evaluación de los impactos ambientales producidos por la Pequeña Minería y la Minería Artesanal en la Unidad Económica Administrativa Ana María de Puno de la Corporación Minera Ananea S.A.; en el presente estudio se utilizaron tres (03) métodos de evaluación cualitativa de impactos.

El 2011, INGEMMET y la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, proporcionó información actualizada sobre las operaciones mineras y proyectos que comprende la región Puno. Para cada operación minera, proyecto y prospectos, se he compilado y registrado la información de ubicación geográfica, coordenadas geográficas, aspectos

geológicos como estratigrafía, mineralización, alteración, reservas y potencial minero con sus respectivas leyes y nivel de producción (INGEMET, 2011).

El 2013, la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, del Gobierno Regional de Puno, formuló el Plan Regional de Acción Ambiental–PRAA Puno 2014 - 2021, y de la Agenda Ambiental Regional 2014-2015 en el marco de los lineamientos de la Política Nacional y Regional del Ambiente, respecto a la minería en la región Puno se diagnosticó que es una zona minera aurífera y polimetálica, sobre todo en las provincias de Lampa, Carabaya y Melgar; que están asociadas con el cobre, uranio, estaño, plata, plomo y hierro. La explotación aurífera se da en la zona de Ananea, especialmente en La Rinconada y Lunar de Oro (Gobierno Regional Puno, 2013).

Lobato (2013), desarrolló el monitoreo de las aguas que discurren en el río Ramis en noviembre del 2010, con el objeto de demostrar que el agua de la Cuenca Alta del río Ramis se encuentra contaminada. Por lo que se proponen Programas Concernientes a la Remediación Ambiental del agua, incidiendo en el tratamiento de los SST y de la alta turbidez existentes en la Cuenca Alta del río Ramis (el mismo que ha sido impactado y disturbado por la intensa actividad minera), a fin de lograr el desarrollo sostenible de los habitantes de la parte alta, media y baja de esta Cuenca.

El 2014, la Comisión Multisectorial para la Prevención y Recuperación Ambiental del Lago Titicaca y sus afluentes, identificó las fuentes de contaminación que altera la calidad ambiental de la cuenca del Lago Titicaca, entre los que se tiene como fuentes de contaminación al vertimiento de aguas residuales sin tratamiento adecuado, disposición de residuos sólidos y vertimientos de la actividad minera.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

El Perú es un país minero, tiene una larga tradición minera que se inicia en la prehistoria, donde el aborigen peruano incorpora recursos minerales (sílice y obsidiana) a su lucha por la supervivencia y dominación de un medio hostil. Durante la época pre inca e inca se alcanza un gran desarrollo y destreza en el trabajo de la piedra y la metalurgia del oro. En la época colonial el metal más explotado es la plata, y en la republicana se inicia la explotación de yacimientos de metales básicos para satisfacer las necesidades de metales en el proceso de industrialización de Europa y Estados Unidos. En los últimos años debido a la alta cotización de los metales, cobra importancia la actividad minera desde el punto de vista macroeconómico, las exportaciones peruanas de minerales representan el 39% siendo el 6% del PBI en el 2011 (INEI, 2011).

La Rinconada es una zona minera que se encuentra ubicada en la zona norte de la región de Puno, conforme a los resultados del censo de población efectuado en abril del 2002, cuenta con una población total de 10 114 habitantes. El 83,4% de los jefes de hogar se dedican a la actividad minera, comprendida por la explotación del yacimiento y procesamiento del mineral, obteniendo como producto final el oro (Buezo, 2005).

La explotación del yacimiento se realiza en forma semi mecanizada y artesanalmente. En el proceso de recuperación de oro se emplea la amalgamación, utilizándose con gran intensidad quimbaletes y molinos, generando residuos más conocidos como relaves mineros.

La explotación del yacimiento impacta al medioambiente, generando emisiones y efluentes, alterando la calidad del: suelo, agua (subterránea y superficial), aire, flora y fauna, ecosistemas, etc. Pero también genera impactos positivos: fuentes de ingresos, creación de puestos de trabajo, implementación de servicios de educación, salud y transporte (Romero *et al.*, 2005).

Podemos mencionar algunos impactos ambientales: emisión de gases y partículas sólidas provenientes de la combustión de petróleo para generar energía y el uso de equipos, emisión de mercurio líquido durante el proceso de molienda y amalgamación y en forma de gas en la etapa del refogado, accidentes de trabajo por condiciones inseguras, derrame de combustibles, aceites y lubricantes, cambio en el uso del suelo de actividades de pastoreo a mineras, construcción de escuelas, generación de residuos sólidos y aguas residuales por la población, etc. (Olaru *et al.*, 2014).

La legislación peruana establece que los proyectos cuya ejecución puede originar impactos ambientales moderados y cuyos efectos negativos pueden ser eliminados o minimizados mediante la adopción de medidas fácilmente aplicables, deben de presentar un estudio de impacto ambiental semidetallado (Ley N° 27651, 2002).

Los pequeños productores mineros y productores mineros artesanales deben presentar una Declaración de Impacto Ambiental o un Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado, según sea su caso, para la obtención de la certificación ambiental referida en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. La declaración o estudio de impacto ambiental, deberá contener la identificación de los compromisos ambientales y sociales individuales o colectivos (Ley N° 27651, 2002).

La guía para elaborar estudios de impacto ambiental del Ministerio de Energía y Minas, indica que deben identificarse y discutirse todos los impactos ambientales potenciales asociados con las actividades del proyecto. Los impactos ambientales pueden ser considerados como positivos o negativos tomando en cuenta los elementos ambientales afectados. Por ejemplo, las descargas de agua no tratada impactarán adversamente el ambiente del recurso agua; por el contrario, el incremento de empleos locales puede ser considerado como un impacto positivo en el ambiente socio-económico. En todos los casos, los elementos ambientales descritos en la guía deben ser evaluados para prevenir impactos ambientales potenciales. Con respecto a la evaluación del impacto, indica que, en la mayoría de los casos, los impactos pueden ser cuantificados; sin embargo, las



evaluaciones cualitativas también se pueden requerir cuando se tengan a disposición datos específicos.

## **2.2. Definición del problema**

Siendo los impactos ambientales ocasionados por la actividad minera una “...alteración que se produce sobre la salud y el bienestar del hombre como consecuencia de la realización de un proyecto” que acontece en el mismo espacio territorial donde habita un grupo humano, los impactos ambientales ocurren entonces socialmente. Es decir, se trata de impactos que no acontecen de modo “natural” sino, como fundamenta Santillana (2006), en un espacio de “naturaleza intervenida, reconstruida, en relaciones no siempre armónicas, por el contrario, la más de las veces en relaciones de dominación.

¿En qué medida la implementación de un instrumento ambiental influye en el control de impactos ambientales potenciales generados por actividad de la pequeña minería y minería artesanal en la zona Rinconada y Ananea, Puno – Perú?

## **2.3. Intención de la investigación**

Se busca realizar y proponer una herramienta que permita la implementación de un instrumento ambiental que sirva para el control de impactos ambientales potenciales en la pequeña minería y minería artesanal a nivel regional y nacional, que permita minimizar la posibilidad de generar incidentes ambientales por la actividad minera.

## **2.4. Justificación**

Para la evaluación de los impactos ambientales producidos, por la Pequeña Minería y la Minería Artesanal, en la “Planta de Tratamiento de Relaves Orampillo” de la Cooperativa Minera Metalúrgica CENAQUIMP Rinconada Cerro Lunar Limitada, ubicada en la zona minera de la Rinconada y Ananea de la región Puno; en el presente estudio se utilizaron dos (02) métodos: de identificación de impactos y de evaluación cualitativa de impactos.

## **2.5. Objetivos**

### **2.5.1. Objetivo general**

Proponer una herramienta para la implementación de un instrumento ambiental, para el control de impactos ambientales potenciales, minimizando la posibilidad de

generar incidentes ambientales por la actividad de la pequeña minería y minería artesanal en la zona Rinconada y Ananea, Puno – Perú

### **2.5.2. Objetivos específicos**

1. Identificar los impactos ambientales positivos y negativos de los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del instrumento ambiental por la actividad de la pequeña minería y minería artesanal en la zona Rinconada y Ananea, Puno – Perú.
2. Evaluar los impactos identificados del área del proyecto del instrumento ambiental donde se viene desarrollando las actividades de la pequeña minería y minería artesanal en la zona Rinconada y Ananea, Puno – Perú.
3. Dotar de una herramienta para la obtención de un instrumento ambiental para la pequeña minería y minería artesanal en la zona Rinconada y Ananea, Puno – Perú.
4. proponer las acciones correctivas que permitan minimizar los impactos en el área de influencia generados por las actividades de la pequeña minería y minería artesanal en la zona Rinconada y Ananea, Puno – Perú.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Acceso al campo**

##### **3.1.1. Lugar de estudio**

La propuesta de un instrumento ambiental conlleva a la realización de una Evaluación Ambiental, el cual será implementada para cualquier pequeño minero o minero artesanal de la Rinconada o Ananea en el Departamento de Puno.

#### **3.2. Selección de informantes y situaciones observadas**

##### **3.2.1. Población y muestra**

El Centro Poblado Cerro Lunar se ubica en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, Región Puno; está ubicado al noreste del departamento de Puno, a una altura aproximada de 5 000 m.s.n.m. en la cordillera oriental, a unos 25 kilómetros de la República de Bolivia.

La muestra a trabajar fue el centro minero artesanal de la Rinconada o Ananea en el Departamento de Puno.

#### **3.3. Estrategias de recogida y registro de datos**

##### **3.3.1. Metodología de la investigación**

Para la identificación de posibles impactos se ha seguido el método Matricial utilizando una matriz en la que se hacen interactuar a los Componentes Ambientales Susceptibles de ser Impactados y las Actividades potencialmente Impactantes.

Para la evaluación de posibles impactos ambientales potenciales, se ha considerado la metodología de identificación de impactos el Análisis Matricial Causa-Efecto, adaptando a las condiciones de interacción entre las actividades de los Proyectos y los componentes ambientales evaluando su valor total a través de valores ordinales otorgados a cada atributo del impacto como extensión, duración, reversibilidad, etc (Cuentas, 2009).

Esta metodología ha demostrado su eficacia en evaluaciones anteriores y para el presente caso, constituye una herramienta útil en la determinación y evaluación de los impactos. Previamente se realiza la identificación de actividades potencialmente impactantes, así como los factores ambientales impactados. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que ninguna resulta absolutamente idónea para un determinado proyecto. En todos los casos es necesario ajustar la metodología a la realidad y condiciones específicas.

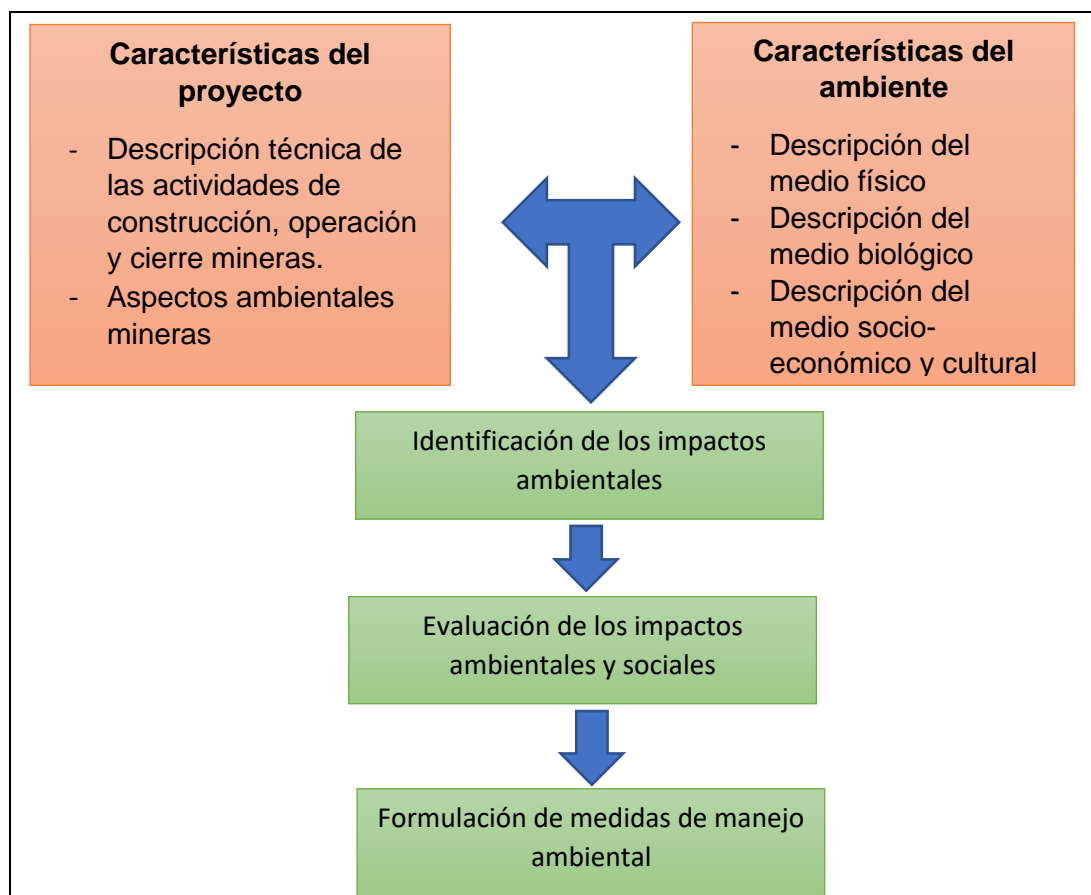


Figura 1. Mapa conceptual para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

### 3.4. Análisis de datos y categorías

Descripción detallada de métodos por objetivos específicos.

### **3.4.1. Operaciones mineras**

En general, desde el punto de vista operativo, se podrían clasificar las operaciones de cianuración en dinámicas y estáticas, dependiendo si el material sólido es sometido a movimiento o no.

En casi todos los casos la extracción de los metales disueltos suele hacerse mediante la precipitación por reducción iónica, esto es por reemplazo del oro por otro metal como el zinc. Otro método para la extracción de los metales disueltos es el uso de carbón activado por adsorción. Esto es posible por el contacto de la solución con el carbón en pozas o columnas (Ugaz, 2009).

#### **3.4.1.1. Operación de cianuración estática**

Se podría definir como aquellas operaciones en las que el material sólido que se procesa no es sometido a movimiento, es decir que durante el proceso el material tratar o relave se mantiene estático. En este tipo de proceso el costo operativo suele ser bajo dado que el gasto de energía es relativamente bajo.

#### **3.4.1.2. Vat leaching**

Por ser esta una operación adecuada a la minería de pequeña escala y en especial como proceso de operación de la planta de tratamiento de relaves Orampillo se le describirá detalladamente.

#### **3.4.1.3. Método del carbón activado**

Suele ser más usado en explotaciones pequeñas y con bajo contenido de plata. En este caso la solución rica con contenido de oro se hace pasar a través de columnas con contenidos de carbón activado. El oro de la solución se adhiere al carbón, y la solución estéril, que todavía contiene cianuro, se lleva a un tanque de acondicionamiento para continuar con el riego así completar un circuito cerrado.

#### **3.4.1.4. Recuperación de oro por lixiviación**

La lixiviación en pozas es un proceso muy económico para tratar metalúrgicamente minerales con baja ley en metales preciosos; se implementa

el rehúso del carbón activado y se beneficia minerales con fuerte contenido de finos mediante aglomeración.

El principio básico de la cianuración es aquella en que las soluciones alcalinas débiles tienen una acción directa disolvente preferencial sobre el oro y la plata contenidos en el mineral.

### **3.4.2. Aspectos considerados para la extracción de oro**

Para la extracción del oro en la planta de tratamiento debemos conocer los conceptos generales que nos permita ubicarnos en el campo de la metalurgia extractiva y específicamente en el método adecuado para dicha extracción, en tal sentido debemos reconocer lo siguiente:

#### **3.4.2.1. Lixiviación en pilas**

Método por el cual un mineral o concentrado es puesto en pilas y luego es regado, en el caso de oro o plata, con una solución de cianuro. La solución percola a través de la pila disolviendo las especies valiosas, para luego ser recogida al fondo de la pila y enviada al circuito de recuperación del metal.

El mineral puede ser reducido físicamente a una granulometría adecuada, si es necesario, para acelerar el proceso. Actualmente la lixiviación en pilas es el proceso más usado en la recuperación de minerales con oro diseminado y de baja ley.

La cianuración en pilas es una lixiviación por percolación de mineral acopiado sobre una superficie preparada para coleccionar las soluciones. Si bien este método fue concebido para explotar grandes depósitos de oro de baja ley, se lo usa también para depósitos de pequeño volumen y de alta ley, debido a sus bajos costos de capital y operación.

El mineral fracturado se coloca sobre un piso impermeable formando una pila de una cierta altura sobre la que se esparce una solución de cianuro diluida; la solución enriquecida de oro se colecciona sobre el piso impermeable, dispuesto en forma ligeramente inclinada que hace que fluya hacia la pileta de almacenamiento, desde ahí se alimenta el circuito de recuperación.

### **3.4.2.2. Sistemas de riesgo para lixiviación**

Toda la metodología encontrada para la lixiviación en la agricultura es llevada para la de lixiviación de pilas dentro de la minería.

El agua es usada como el conductor básico y el eficiente uso de la solución es importante.

En ambos casos, la solución se mueve bajo las mismas leyes físicas. A simple vista la diferencia más notoria entre la lixiviación en agricultura con la minería es el químico usado en la solución de lixiviación y su efecto potencial en la seguridad y el medio ambiente. Pero las partículas y el tamaño de los espacios porosos del medio son también diferentes, y esto afecta la forma como el agua se mueve en este medio.

### **3.4.2.3. Velocidad de infiltración**

La velocidad de infiltración nos da la capacidad del suelo de absorber un fluido.

Al principio (cuando el suelo está más seco) la velocidad de penetración en el suelo es más rápida, pero si seguimos aportando solución, llega un momento en que esta velocidad es más o menos constante. A esta velocidad se la conoce como velocidad de infiltración.

### **3.4.2.4. Sistemas de riego**

El sistema de riego debe mojar la pila en función de la cantidad determinada de  $m^3/hr/m^2$  que se ha definido previamente en laboratorio de acuerdo a la capacidad del drenaje del material, teniendo como consideración secundaria las concentraciones de las soluciones a obtener.

## **3.4.3. Características del mineral a tratar**

### **3.4.3.1. Minerales**

La “Planta de Tratamiento de Relaves Orampillo”, tratará los relaves del proceso de amalgamación tanto de quimbaletes y molinos de tipo bach, que son de origen de mineralización aurífera del yacimiento de La Rinconada que

tiene ocurrencia de estratificación de sedimentos metamorfizados, pizarras y cuarcitas del paleozoico inferior de la formación Ananea, asociados probablemente al intrusivo Coasa que aflora al este y norte del cerro San Francisco.

En la zona de La Rinconada se observan numerosas vetas interestratificadas (mantos) de cuarzo aurífero dentro de la secuencia estratificada de las pizarras, se observa también vetillas de cuarzo (filones) atravesando la formación de pizarras y cuarcitas, donde el oro se encuentra al estado nativo, mayormente en forma macroscópica, a veces en forma diseminada dentro de la roca encajonante (pizarra y cuarcita), y también se puede encontrar asociado a la piritita y pirrotita.

Los mantos son capas de cuarzo gris - azulado a gris ahumado, con buzamiento promedio de 15 a 25 grados hacia el SW con potencias que varían de 0.02 a 0.20m., con extensiones variables que alcanzan varios centenares de metros, de mineralización lenticular con leyes erráticas que arrojan promedios de 20 a 30 g. Au / TM.

Una característica geológica que lo hace de especial importancia al yacimiento es que en las bolzonadas el oro se encuentra en forma masiva, con leyes superiores a 300 g. Au / TM.

La fineza del oro del Yacimiento de la Rinconada es de 970/1000 (oro bullion), de 960 / 1000. El oro refogado y de 950 / 1000 la charpa de veta.

#### **3.4.3.2. Características físicas del mineral**

El mineral presenta una composición de cuarzo y sulfuros, el oro se encuentra en gran parte libre en una proporción de gruesos a finos de 3:1 (tomando como base la malla 200). Entre los sulfuros se encuentran la galena, arsenopirita, piritita; también existe hierro nativo.

La composición química promedio del mineral a tratar es la siguiente: 10,71 Au gr/TM; 7,78% Fe; 0,522 % As y 0,17 % Pb.



### 3.4.3.3. Mineralogía

El material a tratar son relaves de molinos amalgamadores con una granulometría de malla – 150 que corresponde al 25,88 %. Las pruebas de laboratorio que el pH es básico para ello se debe adicionar un reactivo básico que puede ser el Na OH o una cantidad necesaria de cal para mantener el pH básico, donde se debe adicionarse al material para neutralizar la acción de los ácidos, siendo habitualmente dosificado en seco durante la preparación de tamizado y aglomeración.

### 3.4.3.4. Reservas del mineral

La Cooperativa Minera Metalúrgica CENAQUIMP acopia relaves de las Minas Rinconada. Por el dinamismo de la minería artesanal formal y no formal; generan diariamente cantidades considerables de relaves con residuos también considerables de metal precioso. De acuerdo a las publicaciones realizadas en Agenda Puno, en el 2006; son más de cuatro mil los mineros que trabajan en Rinconada como se indica en la Tabla 2; sobre esta base y considerando que cada minero al menos extrae en mineral 80 kg en uno o dos cachorreos en forma mensual, dejando de relaves la misma cantidad.

Tabla 2

*Estimación de reservas - Rinconada*

| <b>Mineros<br/>(cantidad)</b> | <b>Relaves<br/>(Kg/Mes)</b> | <b>Reservas<br/>(Ton)</b> | <b>Ley Au<br/>(gr/Ton)</b> | <b>Oro<br/>(gr)</b> |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| 4 000                         | 80                          | 320                       | 5                          | 1 600               |

Fuente: EIASd Proyecto Planta de Tratamiento de Relaves Orampillo (2014).

### 3.4.3.5. Proceso metalúrgico de lixiviación en pozas

El tratamiento metalúrgico se ejecuta en la Planta de tratamiento de relaves Orampillo, Con un área total para la planta de procesamiento y desorción de 76 48 m<sup>2</sup>, El proceso se inicia con el transporte, la recepción y preparación de relaves en la Cancha de la Planta; el tratamiento consiste fundamentalmente en un proceso de Cianuración directa con adsorción simultánea del oro disuelto en Carbón Activado, el cual es simple y apropiada

para los minerales auríferos, y que además es un proceso muy eficiente desde el punto de vista metalúrgico.

La capacidad de la Planta es de 25 TM/día, las cuales estarán divididas en 16 pozas de cianuración con una capacidad de 1,56 TM/día cada una de estas funcionara en circuito cerrado en forma independiente.

De donde se obtiene como producto el carbón activado cargado y como desecho material estéril, Para el control de efluentes del proceso la Planta de tratamiento de Orampillo se tiene considerado un Depósito de Relaves en un área adyacente a la Planta, el mismo que esta impermeabilizado completamente empleando una membrana de HDPE bajo normas y estándares de construcción de presas de relave. Esta estructura, operada apropiadamente garantiza el control del cianuro y permite además recircular una parte importante del agua de proceso.

Asimismo, la Planta diseñada cuenta con sistemas de almacenamiento temporal de los efluentes para evitar que los mismos sean descargados sin una comprobación previa de que cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP). El método seleccionado y el diseño de la Planta se enmarcan dentro de la mejor tecnología disponible para la actividad minera, la cual puede ser implementada según los recursos económicos que dispone la Cooperativa Minera Metalúrgica.

En líneas generales, los relaves preparados en las áreas de recepción son tamizados y aglomeradas luego es colocado sobre un piso impermeable formando un depósito de material de una altura determinada, sobre la que se esparce solución diluida de cianuro de sodio que percola a través del lecho disolviendo el oro finamente diseminado.

La solución de lixiviación, enriquecida en oro se colecta sobre el piso permeable que, dispuesto en forma ligeramente inclinada, la hace fluir hacia una columna de carbón activado. Por efecto del flujo en contracorriente la solución es alimentada a otra columna continua donde se colecta mediante una bomba la solución gastada al tanque de acondicionamiento obteniendo

un circuito cerrado y evitando desperdicio de solución dentro del área de influencia.

El carbón cargado con oro es enviado a la ciudad de Arequipa para su comercialización.

#### **3.4.3.6. Operación de transporte**

El transporte de relave desde la rinconada hacia la planta de tratamiento Orampillo se realiza en volquetes alquilados por la Cooperativa Minera Metalúrgica - CENAQUIMP, los cuales realizarán 03 viajes al día con capacidad de 15 m<sup>3</sup>. El relave adquirido por la cooperativa que se transporta en saquillos es descargado en plataformas de recepción en la planta. Los saquillos son depositados en un extremo del área de recepción para su posterior uso en material estéril.

El material o relave adquirido para procesar en la planta de tratamiento Orampillo tiene una humedad de 14.23 %. Por lo que la generación de partículas suspendidas en el transporte es mínima solamente por los vehículos y que por la presencia de continuas precipitaciones reduce la contaminación por partículas en suspensión.

Las plataformas de recepción en el área de la planta de tratamiento de relaves son 08, cada una con dimensiones de 12m \* 20m adecuados para el descargue, desentorchar la carga, preparación de la mezcla, zarandeo y peletizado.

Las tres (03) áreas de recepción de material tienen pisos que evitan cualquier presencia de contaminación del suelo y está constituido de tres (03) pisos distribuidos de la siguiente manera: Primeramente, el piso es limpiado de cualquier tipo de piedra posteriormente es compactado, luego con arcilla se compacta 15 cm para luego colocar un jebe debidamente vulcanizado de 3 mm. De espesor que cubre toda el área en el contorno, Con un sardinel confeccionado con los mismos materiales para evitar rociado de material. Esta área de recepción está protegida con zanjas de coronación en todo el perímetro para evitar el ingreso de aguas superficiales.

### **3.4.3.7. Operación de carguío del relave a las pozas de lixiviación**

El relave descargado en las áreas de recepción, con humedad de 14,23 %, procedente de la rinconada pasa por un zarandeo y es mezclado con cemento y cal (para dar alcalinidad protectora), en general el consumo de cemento oscila alrededor de 12 kilogramos por TM de relave, la cal dependiendo de la acidez del relave, es alrededor de un kilogramo por TM de relave. Una vez efectuada una primera mezcla, que en general se hace manualmente formando así los pellets, El material aglomerado es depositado en la poza de lixiviación, siempre teniendo cierto cuidado de no dañar la aglomeración de material a ser procesado.

## **3.4.4. Descripción del escenario ambiental**

### **3.4.4.1. Factores físicos**

#### **3.4.4.1.1. Fisiografía**

La zona muestra una fisiografía abrupta con características de regio Jalca. En el área del proyecto se puede observar los siguientes elementos fisiográficos: llanura altiplánica de superficie ligeramente ondulado en toda su extensión, rodeados de colinas redondeadas, con presencia de lagunas alto andinas diseminadas en toda el área, glaciares de cordilleras en la que sobresale el nevado Ananea de 5,830 m.s.n.m. de altitud y que se ubica dentro de la zona de estudio.

#### **3.4.4.1.2. Geología Regional y Local**

La zona del proyecto está ubicada en la unidad morfoestructural Cordillera Oriental. Esta unidad en la zona del proyecto está manifestada por cuatro subunidades denominada de Oeste a Este, Pre-Cordillera de Carabaya, Depresión longitudinal de Crucero-Ananea-Cojata, Cadena de Nevados y Vertiente Amazónica.

## **A. Geología Regional**

### **○ Formación Sandia (Ordovísico Medio)**

La formación Sandia tiene un espesor aproximado de 3 000 m, constituida por una secuencia detrítica de cuarcitas interestratificadas con niveles de pizarras negras; el contacto con la formación Ananea es a través de un sobreescurrecimiento.

### **○ Formación Ananea (Silúrico-Devónico)**

La formación Ananea tiene un espesor aproximado de 500 m, constituida por una secuencia homogénea y monótona de pizarras negras en horizontes de 20 cm hasta 80 cm de espesor; se intercalan algunos horizontes de areniscas de grano fino con espesores de 20 cm a 40 cm; su contacto infrayacente es a través de un fallamiento inverso que muestra a la formación Sandia cabalgando sobre la formación Ananea.

### **○ Formación Arco Aja (Plioceno Superior)**

La formación Arco Aja tiene un espesor aproximado de 120 m; ha sido dividida en dos unidades: Una inferior de 70 m constituida por arcillas grises intercalados con algunos bancos de gravas. La otra unidad de 50 m constituida de conglomerados masivos y algunos lentes de areniscas.

### **○ Depósitos morrénicos (Cuaternario)**

Se han depositado en varias etapas de glaciación, etapas que se extenderían desde el Plioceno superior hasta el Pleistoceno. Este material se compone de clastos sin ningún arreglo, dispersos en una matriz limo-arcillosa-arenosa.

## **B. Geología Local**

### **○ Formación Sandia (Ordovísico Medio)**

La formación Sandia constituida por una secuencia de cuarcitas de color gris blanquecino de grano fino a medio, interestratificadas con pizarras negras bien estratificadas de color gris oscuro de grano fino, con

orientación al noroeste y buzamiento de los estratos al noreste de bajo ángulo.

○ **Formación Ananea (Silúrico-Devónico)**

La formación Ananea constituida por una secuencia de pizarras negras de color gris oscuro de grano fino, bien estratificadas en horizontes de 20 cm hasta 80 cm de espesor; intercaladas con horizontes de areniscas de grano fino, con orientación al noroeste y buzamiento de los estratos al noreste de bajo ángulo. En esta secuencia se encuentran los mantos de cuarzo con contenido de oro, los mantos tienen espesores variables que van de 5 cm hasta 20 cm. En esta secuencia monótona se observa algunos diques intrusivos concordantes a la estratificación, de naturaleza monzonítica.

○ **Depósitos morrénicos (Cuaternario)**

Estos depósitos morrénicos se encuentran rellenando la quebrada Lunar. El material se compone de clastos sin ningún arreglo, dispersos en una matriz limo-arcillosa-arenosa. Estos depósitos morrénicos contienen placeres auríferos cerca de la Laguna La Rinconada.

**3.4.4.1.3. Suelos**

La evaluación del recurso suelo tiene como objetivo fundamental proporcionar la información básica sobre las características edafológicas del área en estudio.

Para clasificar los suelos del área donde se ubica el proyecto, se utilizó el Sistema del Soil Taxonomy (USDA, 2010) el cual tiene seis (06) categorías: orden, suborden, gran grupo, sub grupo, familia y serie.

Los suelos dentro del área en estudio han sido divididos en unidades cartográficas. Una unidad cartográfica se define y designa de acuerdo con los componentes dominantes del suelo.

La unidad que tiene un componente dominante (un máximo de 15 % de mezcla con un suelo distinto) se le denomina Consociación. Las consociaciones son unidades cartográficas que incluyen suelos o mezclas

menos dominantes y que están topográficamente relacionados, sin que exista una unidad que pueda ser identificada como dominante (MINEM, 1998).

- **Leptosol eutricto (LPe).**

Son suelos superficiales ubicados en un relieve topográfico abrupto con pendientes mayores de 60%, desarrollados a partir de rocas sedimentarias y metamórficas. Presentan un perfil AC o ACR con un horizonte A muy delgado, de color pardo oscuro a pardo rojizo oscuro.

Presentan una reacción por encima de pH 5,2 y una saturación de bases (por Acetato de Amonio) mayor de 50%. Asimismo, presentan un alto contenido de fragmentos gruesos en el horizonte superficial, debajo del cual se encuentra la roca o un horizonte esquelético de litología variada.

#### **3.4.4.1.4. Capacidad de uso mayor de suelo**

La capacidad de uso mayor de los suelos se determinó siguiendo los Reglamento de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor aprobado por D.S. N° 017-2009-AG. En el área de estudio se reconoce la siguiente clasificación:

- **Tierras de protección (Xse (g))**

Comprende principalmente zonas de cimas y ladras de montañas glaciarias, en procesos de retroceso glaciario por efecto del efecto invernadero, de topografía bien accidentada, constituyen áreas misceláneas de afloramiento líticos de rocas de diferente origen con pendientes muy empinadas a extremadamente empinadas (15+75%), con presencia de afloramiento líticos y/o abundante pedregosidad superficial o material glaciario morrénico.

### 3.4.4.1.5. Clima y meteorología

#### A. Clima

El clima de la zona de estudio es frígido y semiseco, se caracteriza por la presencia de un periodo de lluvias desde el mes de diciembre hasta marzo y un periodo de estiaje que se inicia desde el mes de abril hasta noviembre.

Según el mapa de clasificación Climática basado en la Metodología de Thornthawaite, el área se encuentra en el tipo climático C(o,i,p) C' H3, es decir: de precipitación efectiva Lluvioso, con invierno y otoño, de eficiencia de temperatura Frio y de humedad atmosférica húmedo.

#### B. Meteorología

Para el presente estudio se consideró tomar los datos meteorológicos de la Estación Ananea perteneciente al SENAMHI Puno.

##### o **Ubicación de la Estación Ananea**

El área de estudio, no cuenta con registros de precipitación máxima en 24 horas, debido a esta limitante se analizó la precipitación máxima en 24 horas registrada en la estación Ananea, debido a que presenta similitudes hidrológicas y sobre todo por la cercanía a la zona en estudio, información proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI).

Tabla 3

*Ubicación de la Estación Ananea*

| Estación Meteorológica | Altitud (m.s.n.m.) | Latitud     | Longitud     |
|------------------------|--------------------|-------------|--------------|
| Ananea                 | 4,660              | 14°40' 3.4" | 69° 32' 4.3" |

Fuente: EIASd proyecto ampliación de mina-planta de la UEA Ana María.

##### o **Precipitación**

La precipitación en el área del estudio presenta una variación estacional, donde la precipitación anual es 647,7mm.



La precipitación mensual se distribuye en forma muy variable durante todo el año, siendo los meses de enero, febrero y marzo las de mayor precipitación, con un 50,3% de la precipitación total anual, siendo el mes de enero la que presenta los picos más altos de precipitación con 128,3mm y la precipitación más baja en el mes de julio con 5,5mm.

#### ○ **Temperatura**

La temperatura media anual en el área del proyecto es de 4,3°C, y la temperatura máxima media mensual se presenta en los meses de abril y mayo con 10,9°C y mínima media mensual se presenta en el mes de julio con 3,7°C.

#### ○ **Humedad**

La humedad relativa está determinada por la variación anual de temperatura y precipitación en la zona, la humedad relativa promedio mensual más baja se presenta en el mes de julio con 68%, la más alta se presenta durante los meses de febrero y marzo con 91% y la humedad relativa promedio anual es de 85%.

#### ○ **Evaporación**

Los valores de evaporación promedio mensual más bajos se presenta en el mes de julio con 1,6mm, las más alta se presenta en el mes de octubre con 2,9mm y la evaporación promedio anual es de 2,3mm.

#### ○ **Vientos**

La dirección predominante del viento en el área de estudio según la Estación Ananea es norte-noreste.

#### **3.4.4.1.6. Calidad de Aire**

El muestreo de calidad del aire se desarrolló de acuerdo con el "Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire del Ministerio de Energía y Minas, Sub Sector Minas". Instalándose cuatro (04) estaciones de monitoreo, ubicadas en base a las variaciones de la dirección y velocidad del viento. Los parámetros evaluados durante los periodos de muestreo fueron:

partículas menores a 2.5 micras (PM 2.5), monóxido de carbono (CO) y Plomo (Pb).

La evaluación de los resultados de calidad del aire se realizó mediante su comparación con los niveles de concentración máxima permisible establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental del Aire (D.S. N° 074-2001PCM y D.S. N° 003-2008-MINAM), y los Niveles Máximos Permisibles de elementos y compuestos presentes en Emisiones Gaseosas provenientes de las Unidades Minero Metalúrgicas (R.M N° 315-96-EM/VMM).

Tabla 4

*Ubicación de las estaciones de monitoreo*

| <b>Estación de monitoreo</b> | <b>Ubicación (respecto a la fuente de emisión)</b>               | <b>Norte (m)</b> | <b>Este (m)</b> | <b>Altitud m.s.n.m.</b> |
|------------------------------|--|------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>CA-01</b>                 | Entrada de Polvorín CMASA –<br>Corporación Minera Ananea<br>S.A. | 8 383 237        | 451 819         | 4 900                   |
| <b>CA-02</b>                 | A 100 metros de la entrada de<br>la Bocamina Comunidad           | 8 383 050        | 452 884         | 5 086                   |
| <b>CA-03</b>                 | Sotavento al Sureste del Cerro<br>Antahuila                      | 8 381 441        | 451 270         | 4 997                   |
| <b>CA-04</b>                 | Barlovento al Suroeste del<br>Cerro Antahuila                    | 8 381 588        | 450 972         | 5 003                   |

Fuente: EIASd proyecto ampliación de mina-planta de la UEA Ana María.

Los resultados del muestreo de calidad de aire en el área del proyecto y la comparación con los niveles de concentración máxima indicados en Estándar Nacional de Calidad Ambiental para el Aire, se presentan en los siguientes cuadros:

Tabla 5

*Resultado de monitoreo de calidad del aire - partículas totales menores de 2.5 micras*

| <b>Estación de monitoreo</b> | <b>Partículas totales menores de 2.5 micras (ug/m<sup>3</sup>)</b> | <b>ECA – aire valores (ug/m<sup>3</sup>)</b> |
|------------------------------|--|--|
| CA-01                        | 17,10  | 65   |
| CA-02                        | 9,05   | 65   |
| CA-03                        | 36,06  | 65   |
| CA-04                        | 8,33   | 65   |

Fuente: EIASd proyecto ampliación de mina-planta de la UEA Ana María

Tabla 6

*Resultado de monitoreo de calidad de aire – monóxido de carbono CO*

| <b>Estación de monitoreo</b> | <b>Monóxido de Carbono (CO) (ug/m<sup>3</sup>)</b> | <b>ECA –aire valores (ug/m<sup>3</sup>)</b> |
|------------------------------|--|---|
| CA-01                        | <600   | 10 000                                      |
| CA-02                        | <600   | 10 000                                      |
| CA-03                        | <600   | 10 000                                      |
| CA-04                        | <600   | 10 000                                      |

Fuente: EIASd proyecto ampliación de mina-planta de la UEA Ana María.

Tabla 7

*Resultado de monitoreo de calidad del aire – metales en el aire (plomo)*

| <b>Estación de monitoreo</b> | <b>Metales en el Aire (Plomo) (ug/m<sup>3</sup>)</b> | <b>ECA-aire valores (ug/m<sup>3</sup>)</b> |
|------------------------------|--|--|
| CA-01                        | 0,0150   | 1,5  |
| CA-02                        | 0,0090   | 1,5  |
| CA-03                        | 0,0194   | 1,5  |
| CA-04                        | 0,0139   | 1,5  |

Fuente: EIASd proyecto ampliación de mina-planta de la UEA Ana María.

○ **Partículas Menores o iguales a 2,5 micras:**

Los resultados de concentración de PM 2.5, para un período de 24 horas se encuentran por debajo del valor que indica los Estándares de Calidad Ambiental ECA-Aire que indica  $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ , habiéndose registrado en el punto de muestreo CA-03 (Sotavento al Sureste del Cerro Antahuila) un valor máximo de  $36,06\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; mientras que, en el punto de muestreo CA-04 (Barlovento al Suroeste del Cerro Antahuila) se registró un valor mínimo de  $8,33\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

○ **Monóxido de Carbono:**

Las concentraciones de monóxido de carbono (CO) registradas en los puntos de muestreo son inferiores a los indicados en los Estándares de Calidad Ambiental ECA - Aire para 1 y 8 horas, respectivamente.

○ **Elementos Metálicos Plomo (Pb):**

Las concentraciones de plomo (Pb) obtenidos de los puntos de muestreo, se encuentran por debajo de los niveles indicados por los Estándares de Calidad Ambiental ECA - Aire, fijado en  $1,50\mu\text{g}/\text{m}^3$  para un mes.

#### **3.4.4.1.7. Calidad de ruido y vibraciones**

Los registros de ruido y vibraciones se realizaron en los mismos puntos de muestreo de calidad del aire y otros sectores de interés, con el propósito de evaluar el potencial impacto de las actividades del proyecto sobre el área de Influencia, instalándose cinco estaciones de monitoreo, ubicadas en base a las variaciones de la dirección y velocidad del viento.

Los niveles de ruido obtenidos, son comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (ECA-Ruido), establecidos por el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, la medición de ruido consistió en el registro del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) cuyos valores son expresados en decibeles A (dB(A)). En el siguiente Cuadro se muestra la ubicación de las estaciones y los resultados del monitoreo realizado.

Tabla 8

*Ubicación de las estaciones de monitoreo*

| Estación de monitoreo | Ubicación (respecto a la fuente de emisión)                    | Norte (m) | Este (m) | Altitud m.s.n.m. |
|-----------------------|--|-----------|----------|------------------|
| RU-1                  | A la entrada del Polvorín de la corporación minera Ananea S.A. | 8 383 237 | 451 819  | 4 900            |
| RU-2                  | A 100 m. de la entrada de la bocamina Comuni                   | 8 383 050 | 452 884  | 5 086            |
| RU-3                  | Sotavento, al sureste del cerro Antahuila                      | 8 381 441 | 451 270  | 4 997            |
| RU-4                  | Barlovento, al suroeste del cerro Antahuila                    | 8 381 588 | 450 972  | 5 003            |
| RU-5                  | Al lado de la carretera cerro lunar - La Rinconada             | 8 382 555 | 451 688  | 4 967            |

Fuente: EIASd proyecto ampliación de mina-planta de la UEA Ana María.

Las mediciones fueron realizadas en cinco (05) puntos para los períodos diurno y nocturno.

Estándares referenciales de comparación se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 9

*Valores ECA - Ruido*

| Zonas de aplicación          | Horario Diurno (1) | Horario Nocturno (2) |
|------------------------------|--------------------|----------------------|
| Zonas de Protección Especial | 50                 | 40                   |
| Zonas Residencial            | 60                 | 50                   |
| Zonas Comercial              | 70                 | 60                   |
| Zonas Industrial             | 80                 | 70                   |

Nota: (1) de 07:01 hr a 22:00 hr; (2) de 22:01 hr a 07:00 hr

**Horario Diurno (07:01 a 22:00 horas):** El cuadro muestra los resultados de ruido ambiental, en el horario diurno, registrados en los puntos de medición establecidos.

Tabla 10

*Niveles de ruido ambiental – horario diurno (07:01 a 22:00horas)*

| Puntos de muestreo | Fecha      | Hora (h)      | (LAeqT)-dB [A] | Observaciones   |
|--------------------|------------|---------------|----------------|---|
| ECA-Ruido 60 dB(A) |            |               |                |   |
| RU-1               | 01/11/2012 | 09:10 - 09:20 | 58,7           | Ruido proveniente del C.P. Cerro Lunar, tránsito ocasional de transporte público. |
| ECA-Ruido 80 dB(A) |            |               |                |   |
| RU-2               | 01/11/2012 | 10:00 - 10:10 | 56             | Ruido proveniente de los trabajos de la Minera Titan.                             |
| RU-3               | 01/11/2012 | 10:35 - 10:45 | 49,8           | Durante el día paso ocasional de buses y minivan.                                 |
| RU-4               | 01/11/2012 | 10:50 - 11:00 | 52,5           | Durante el día paso ocasional de buses y Minivan                                  |
| RU-5               | 01/11/2012 | 12:15 - 12:25 | 61,2           | Paso de transporte público, granizada, paso de maquinaria                         |

Fuente: EIAsd proyecto ampliación de mina-planta de la UEA Ana María

El nivel de presión sonora en el horario diurno registrado en el proveniente del C.P. Cerro Lunar, tránsito ocasional de transporte público. (RU-1) considerado como zonas de protección Residencial se encuentran por debajo del valor establecido en el ECA-Ruido.

En la zona industrial, los niveles basales de ruido en el horario diurno se encuentran por debajo del valor establecido en el ECA-Ruido. En el punto de muestreo RU-5 (Paso de transporte público, granizada, paso de maquinaria pesada.) se registró el mayor nivel con un valor 61,2 dB(A).

En general los niveles registrados en los puntos de medición son influenciados por la cercanía a la planta concentradora y la carretera considerándose como las principales fuentes de emisión de ruido.

Tabla 11

*Niveles de ruido ambiental – horario nocturno (22.07 h a 07:00 h)*

| Puntos | Fecha      | Hora (h)      | (LAeqT) - dB [A] | Observaciones   |
|--------|------------|---------------|------------------|---|
| RU-1   | 2012-11-01 | 22:11 - 22:25 | 57,2             | Ruido proveniente del C.P. Cerro Lunar, tránsito ocasional de |

| Puntos                    | Fecha      | Hora (h)      | (LAeqT)<br>- dB [A] | Observaciones   |
|---------------------------|------------|---------------|---------------------|---|
| <b>ECA-Ruido 60 dB(A)</b> |            |               |                     | transporte público.   |
| RU-2                      | 2012-11-01 | 23:20 - 23:30 | 53,7                | Ruido proveniente de los trabajos de la Minera Titán, Ruido generado por un Generador |
| RU-3                      | 2012-11-02 | 00:30 - 00:40 | 38,9                | Durante el día paso ocasional de buses y minivan.                                     |
| RU-4                      | 2012-11-02 | 00:55 - 01:05 | 44,6                | Durante el día paso ocasional de buses y Minivan                                      |
| RU-5                      | 2012-11-02 | 01:32 - 01:42 | 54.3                | Paso de transporte público, granizada, paso de maquinaria pesada.                     |
| <b>ECA-Ruido 80 dB(A)</b> |            |               |                     |   |

Fuente: EIAAsd proyecto ampliación de mina-planta de la UEA Ana María

El nivel de presión sonora en el horario nocturno registrado en el proveniente del C.P. Cerro Lunar, tránsito ocasional de transporte público. (RU-1) considerado como zonas de protección Residencial se encuentran por debajo del valor establecido en el ECA-Ruido.

En la zona industrial, los niveles basales de ruido en el horario nocturno se encuentran por debajo del valor establecido en el ECA-Ruido. En el punto de muestreo RU-5 (Paso de transporte público, granizada, paso de maquinaria pesada.) se registró el mayor nivel con un valor 54.3 dB(A). En general los niveles registrados en los puntos de medición son influenciados por la cercanía a la planta concentradora y la carretera considerándose como las principales fuentes de emisión de ruido.

#### 3.4.4.1.8. Recurso de agua superficial y subterránea

##### A. Hidrografía

Hidrográficamente la Unidad Minera Ananea, pertenece a la vertiente del Titicaca, las aguas que discurren por estas quebradas son entregadas a la laguna Rinconada, Jajani y Comuni, los cuales son las nacientes de los ríos Azángaro y Suches, los cuales a su vez entregan sus aguas al gran Lago Titicaca, en consecuencia, pertenece al Sistema Hídrico del Titicaca.

### ○ **Microcuenca Lunar**

Los cursos de agua que se forman estacionalmente en la Microcuenca Lunar nacen de las precipitaciones caídas en la parte alta de la microcuenca y de los deshielos de los nevados que se encuentran sobre los 5 200 msnm y de los flujos de agua base de las cuencas vecinas.

Esta microcuenca tiene un área de drenaje aproximada de 8,50 km<sup>2</sup> y sus altitudes varían entre 4 610 y 5 750 msnm. El curso principal que se puede apreciar de la topografía del área de estudio, tiene una longitud de 4,2 km y discurre en dirección de Este a Oeste con una pendiente media de 27,0%.

Presenta laderas empinadas con una pendiente media de 45,0%, cubiertas de vegetación propias de la sierra sur del país. En la parte alta la microcuenca es de difícil acceso principalmente en temporadas de lluvia. El coeficiente de compacidad es de 1,30.

En la parte baja se encuentra un sistema de bofedales en un lugar denominado Pampa Molino. Las aguas que discurren por esta quebrada son entregadas a la laguna Rinconada, el cual es una de las nacientes del río Azángaro el cual entrega sus aguas al gran Lago Titicaca, en consecuencia, pertenece al Sistema Hídrico del Titicaca.

### ○ **Microcuenca Jajani**

En esta microcuenca no existen cursos principales o definidos de agua superficial, la Microcuenca Jajani nace de las precipitaciones caídas en la parte del cerro Antahulla sobre los 5 000 msnm. Esta microcuenca tiene un área de drenaje aproximada de 1,37 km<sup>2</sup> y sus altitudes varían entre 4 870 y 5 030 msnm.

Tiene una pendiente media de 10,0%. Presenta laderas empinadas con una pendiente media de 31,0%, cubiertas de vegetación propias de la sierra sur del país.

Las aguas que discurren por esta microcuenca son entregadas a la laguna Jajani el cual a su vez descarga sus aguas excedentes a la Laguna La Rinconada ubicada aguas abajo, a su vez la Laguna La Rinconada es una



de las nacientes del río Azángaro el cual entrega sus aguas al gran Lago Titicaca, en consecuencia, pertenece al Sistema Hídrico del Titicaca.

#### ○ **Microcuenca Comuni**

Esta microcuenca no tiene cursos principales o definidos de agua superficial, la Microcuenca Comuni nace de las precipitaciones caídas en la parte de la microcuenca y de los deshielos del nevado San Andrés sobre los 5 200 msnm. Esta microcuenca tiene un área de drenaje aproximada de 1,05 km<sup>2</sup> y sus altitudes varían entre 4 870 y 5 300 msnm.

Tiene una pendiente media de 36,0% lo cual nos indica de tu carácter torrencial ante precipitaciones extremas, presenta laderas empinadas con una pendiente media de 52,0%, cubiertas de vegetación propias de la sierra sur del país. El coeficiente de compacidad es de 1,05.

#### **3.4.4.1.9. Calidad de Agua**

Para evaluar la calidad de agua, se efectuó el monitoreo ambiental de las fuentes de agua en el área de estudio, realizando el análisis de los parámetros fisicoquímicos, según la normativa ambiental vigente.

Los metales y demás parámetros referidos a las muestras de cuerpos receptores subterráneos, fueron evaluados con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua), según D.S. N° 002-2008-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental de Agua - Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales.

Tabla 12

*Ubicación de los puntos de monitoreo*

| <b>Puntos de monitoreo</b> | <b>Ubicación</b>                            | <b>Norte (m)</b> | <b>Este (m)</b> | <b>Altitud m.s.n.m.</b> |
|----------------------------|---|------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>AS-1</b>                | Salida de la laguna Lunar de Oro.           | 8 383 586        | 451 869         | 4 804                   |
| <b>AS-2</b>                | Qda Lunar de Oro – cabecera de Pampa Molino | 8 383 370        | 451 106         | 4 703                   |
| <b>AS-3</b>                | Laguna la Rinconada                         | 8 382 628        | 449 595         | 4 645                   |
| <b>AS-4</b>                | Laguna Comuni                               | 8 382 565        | 453 050         | 4 996                   |

Fuente: EIASd proyecto ampliación de mina-planta de la UEA Ana María

## A. Descripción de los resultados obtenidos en campo

Del monitoreo realizado los valores obtenidos han sido comparados con los valores establecidos para los estándares de calidad ambiental para agua- categoría 3, parámetro para bebidas de animales y riego de vegetales de tallo bajo y alto según el D.S. N° 002-2008-MINAM.

### ○ **pH:**

De los resultados del análisis de las muestras de agua se ha observado que todos los resultados nos indican que el agua de dichas estaciones de muestreo está en un medio ácido, con una variación de resultados de pH de 3,49 a 5,72 estando este valor por debajo de los estándares de calidad ambiental para agua, siendo la muestra AS-1 tomada en la Salida de la laguna Lunar de Oro la que nos muestra que sus aguas están en un medio más ácido que las otras muestras. Se puede inferir que los valores obtenidos de pH tienen influencia directa con las características geológicas de la zona de estudio.

### ○ **Conductividad Eléctrica:**

Los valores de la conductividad registrados en campo mostraron valores bajos de conductividad en los puntos de muestreo, siendo el punto de muestreo AS-3 (Laguna la Rinconada) el que muestra conductividad más bajo en comparación al nivel registrado en los puntos de muestreo situados en la AS-1 (Salida de la laguna Lunar de Oro) y AS-2 (Qda Lunar de Oro – cabecera de Pampa Molino). Sin embargo, todos los resultados de los puntos de muestreo obtenidos están por debajo de los estándares de calidad ambiental (ECA-AGUA). que puede ser debido a una característica común en la zona del proyecto.

### ○ **Sulfatos:**

La concentración de sulfatos en los puntos de muestreo evaluados se encuentra por debajo del valor estándar de referencia establecido por el ECA-Agua (500 mg/L), con excepción del punto de muestreo AS-1 (Salida

de la laguna Lunar de Oro.) donde, se excede el valor del estándar de referencia los cuales pueden ser debido a la presencia de sales en la zona.

Estas cantidades de sales confirman el valor alto de conductividad del punto de muestreo AS-1 registrado (1227  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

- **Nitratos:**

La concentración de nitratos en los puntos de muestreo varió desde el rango 3,920 mg/L hasta los 6,894 mg/L. Los resultados obtenidos en los puntos de muestreo están por debajo del valor estándar establecido para la Categoría 3 del ECA-Agua (50mg/L).

- **Demanda Bioquímica del Oxígeno:**

Las concentraciones de DBO5 obtenidos en los puntos de muestreo evaluados cumplen con el valor establecido para el ECA-Agua Categoría 3 ( $\leq 15$  mg/L). Que varían en los puntos de muestreo de ( $< 2.0$  hasta 4,55 mg/L) estando estos valores por debajo de lo establecido por el ECA-Agua.

- **Oxígeno Disuelto:**

Las concentraciones de oxígeno disuelto registrados en los puntos de muestreo (Salida de la laguna Lunar de Oro, Qda Lunar de Oro – cabecera de Pampa Molino, Laguna la Rinconada, Laguna Comuni) presenta valores por debajo a lo que los ECA- AGUA requieren para el desarrollo hidrobiológico (3,11 y 4,81 mg/L), afectando de esta manera a la vida acuática existente en las lagunas y quebradas existentes donde se tomaron las muestras, la concentración de OD disminuye por la demanda de oxígeno de los microorganismos suspendidos en el flujo.

- **Aceites y Grasas:**

Las concentraciones de aceites y grasas en todas las muestras estuvieron por debajo del límite de detección del método de ensayo establecido por el laboratorio.

○ **Coliformes Termotolerantes o fecales:**

El número de bacterias Coliformes termotolerantes presentes en las muestras de agua se encuentran por debajo del valor estándar establecido para la Categoría 3 del ECA-Agua. Qda Lunar de Oro – cabecera de Pampa Molino se registró el mayor valor de concentración de Coliformes termotolerantes que pudieron ser influenciados por descargas domésticas, aun así, no sobrepasa el estándar correspondiente.

○ **Coliformes Totales:**

El número de bacterias Coliformes totales presentes en las muestras de aguas cumplen con los valores establecidos para la Categoría 3 del ECA-Agua. Se evidencia una tendencia similar a los valores obtenidos en Coliformes termotolerantes; Al igual que el caso anterior los niveles de Coliformes totales Qda Lunar de Oro – cabecera de Pampa Molino fueron los más altos, pero aun así no sobrepasa el estándar correspondiente.

○ **Cianuro WAD:**

Las concentraciones de Cianuro WAD en todos los puntos de muestreo evaluados se encuentran muy por debajo del límite  $<0,006$  mg/L. Por lo tanto, cumplen con el valor estándar de la Categoría 3 del ECA-Agua (0,1 mg/L).

**B. Relación de resultados de metales totales**

Los metales referidos a las muestras de cuerpos receptores fueron evaluados y comparados con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) Categoría 3 -Bebidas de animales, según D.S. N° 002-2008- MINAM.

○ **Aluminio:**

Presenta concentraciones elevadas para este parámetro, en los puntos de muestreo en la Salida de la laguna Lunar de Oro (AS-1) y Qda Lunar de Oro – cabecera de Pampa Molino (AS-2) que sobrepasan de manera considerable los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (5 mg/L.).

Pudiendo afectar de esta manera a vida acuática que tiene la laguna y a los pobladores que tienen como fuente de consumo el agua de la quebrada; sin embargo, los puntos de muestreo AS-3 y AS-4 se encuentran por debajo de establecido en los ECA- Agua para la Categoría 3, bebidas de animales (5 mg/L.). Teniendo un valor máximo de 3,776 mg/L (AS-3) y 2,335 mg/L (AS-4).

○ **Arsénico:**

Según los resultados tenemos que para el ECA-Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (0,1 mg/l). Teniendo un valor alto de 0,224 mg/L (AS-1) y 0,254 mg/L (AS-2), mientras que para AS-3 y AS-4 los valores están por debajo de los límites establecidos por el ECA-Agua.

○ **Boro:**

No hay concentraciones elevadas para este parámetro, todos se encuentran por debajo de los niveles de concentración máxima del ECA- Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (5 mg/L.). Teniendo un valor máximo de <0,009 mg/L (AS-3) y <0,011 g/L (AS-4).

○ **Cadmio:**

No hay concentraciones elevadas para este parámetro, todos se encuentran por debajo de los niveles de concentración máxima del ECA- Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (0,01 mg/L.). Teniendo un valor máximo de 0,019 mg/L (AS-1) y 0,017 mg/L (AS-2).

○ **Cobre:**

No hay concentraciones elevadas para este parámetro, todos se encuentran por debajo de los niveles de concentración máxima del ECA- Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (0.5 mg/L.). Teniendo un valor máximo de 0,113mg/L (AS-1) y 0,104 mg/L (AS-2).

○ **Cobalto:**

No hay concentraciones elevadas para este parámetro, todos se encuentran por debajo de los niveles de concentración máxima del ECA- Agua para

la Categoría III-bebidas de animales (1 mg/L.). Teniendo un valor máximo de 0,388 mg/L (AS-1) y 0,358 mg/L (AS-2).

○ **Hierro:**

Las concentraciones son elevadas para este parámetro, todas las muestras a acepción del AS-4 (Laguna Comuni) con un valor de 0.750 mg/L, se encuentran por encima del valor establecido por el ECA-Agua para la Categoría III-bebidas de animales (1 mg/L.). Teniendo un valor que varía de 43,86 mg/L (AS-1) a 1,45 mg/L (AS-3).

○ **Litio:**

No hay concentraciones elevadas para este parámetro, todos se encuentran por debajo de los niveles de concentración máxima del ECA- Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (2.5 mg/L.). Teniendo un valor máximo de 0,149 mg/L (AS-1) y 0,143 mg/L (AS-2).

○ **Magnesio:**

No hay concentraciones elevadas para este parámetro, todos se encuentran por debajo de los niveles de concentración máxima del ECA- Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (150 mg/L.). Teniendo un valor máximo de 8,302 mg/L (AS-3) y 19,036 mg/L (AS-4).

○ **Manganeso:**

Las concentraciones son elevadas para este parámetro, todos se encuentran por encima de los ECA-Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (0,2 mg/l.). Teniendo valores de 4,016 mg/L (AS-1) hasta 0,896 mg/l (AS-4).

○ **Mercurio:**

Las concentraciones son elevadas para las muestras AS-1 (Salida de la laguna Lunar de Oro) 0,003 mg/L y AS-2 (Qda Lunar de Oro – cabecera de Pampa Molino) 0,029 mg/L, y los valores obtenidos en las muestras AS-3 (<0,001 mg/L) y AS-4 (<0,001 mg/) se encuentran por debajo del ECA-Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (0,001 mg/l.).

○ **Níquel:**

Las concentraciones son elevadas para este parámetro a excepción en la muestra AS-4 (Laguna Comuni) 0,107 mg/L, que se encuentran por debajo del ECA-Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (0,2 mg/l.). Los valores obtenidos en las demás muestras tienen valores que están 0,921 mg/l (AS-1) y 0,237 mg/l (AS-2).

○ **Plomo:**

Las concentraciones son elevadas para las muestras AS-1 (0,064 mg/l) y AS-2 (0,072 mg/l) y las muestras tomadas en los puntos AS-3 (0,008 mg/l) y AS-4 (0,007 mg/l) se encuentran por debajo del ECA-Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (0,05 mg/l.).

○ **Plata:**

No hay concentraciones elevadas para este parámetro, todos se encuentran por debajo del ECA-Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (0,05 mg/l.). Teniendo un valor de <0,0005 mg/L para todas las muestras tomadas en campo.

○ **Selenio:**

No hay concentraciones elevadas para este parámetro, todos se encuentran por debajo del ECA-Agua para la Categoría 3-bebidas de animales (0,5 mg/l.). Teniendo un valor de <0,0003 mg/L para todas las muestras tomadas en campo. Concesión de beneficio.

○ **Zinc:**

Tenemos que se encuentran por debajo del ECA-Agua para la Categoría 3-bebidas de animales 24 mg/l. Ninguno de los puntos de muestreo ha superado los ECA-Agua para la categoría 3. Los valores muestreados son: 3,138 mg/L (AS-1) y 2,896 mg/L (AS-2), 0,713 mg/L (AS-3) y 0,235 mg/L(AS-4).

### **3.4.4.2. Factores biológicos**

Se realizó el levantamiento de información biológica en campo durante el mes de noviembre de 2012. Los Ecosistemas están conformados por los ecosistemas acuático y terrestre. El ecosistema acuático está conformado por la laguna “La Rinconada”, la quebrada “Lunar”, la Laguna “Lunar” y la laguna “Comuni”.

#### **3.4.4.2.1. Ecorregiones y Hábitats.**

##### **A. Zonas de Vida**

La metodología usada para la determinación de las zonas de vida se basó en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida del Dr. Leslie R. Holdridge, que se fundamenta en criterios biogeoclimáticos y se corroboró la información con visitas al campo. De esta manera, se determinó que el emplazamiento del proyecto abarca las siguientes zonas de vida.

##### **○ Tundra Pluvial – Alpino Subtropical (tp-AS)**

Geográficamente, se extiende a lo largo de la Cordillera de los Andes, desde los 12°45' hasta 16°00' Latitud Sur y dentro de 4 300 y 5 000 msnm aproximadamente. Esta zona de vida tiene un promedio de Evapotranspiración potencial total por año que varía entre la octava (0,125) y la cuarta parte (0,25) del promedio de precipitación total por año, lo que las ubica en la provincia de humedad: SUPERHÚMEDO. La biotemperatura media anual varía entre 2,5 y 3,2 °C.

El relieve es predominantemente abrupto y bajo el modelaje glacial, con afloramientos rocosos, Generalmente la vegetación se reduce al tipo graminal corto y con plantas arrosetadas y de porte almohadillado. En los lugares pedregosos y peñascosos altamente conservados aparecen los líquenes de tallo crustáceo (*Rhizocarpon* sp).

El escenario edáfico está conformado por los Paramosoles (suelos de naturaleza ácida y con un horizonte A oscuro, rico en materia orgánica), Páramo Andosoles, cuando dominan los materiales volcánicos o piroclásticos y Litosoles en aquellas áreas de fuerte gradiente y naturaleza



peñascosa o rocosa. En donde existen depresiones y problemas de drenaje, aparecen los Gleysoles altoandinas e Histsoles (suelos orgánicos).

La vegetación reportada en esta zona de vida contiene arbustos y hierbas de tipo graminal así como plantas arrosietadas y de porte almohadillado. Entre los géneros tenemos a Calamagrostis Aciachne, Poa, Stipa y Senecio. Las especies de Pycnophyllum se asemejan a musgos por sus tallos filiformes cubiertos de hojas diminutas y acumuladas en masas compactas.

En los lugares pedregosos o peñascosos, se encuentran líquenes de tallo crustáceo, como por ejemplo el Rhizocarpon geographicum, de tallo foliáceo, y especies del género Gyrophora. Además, se tiene arbustos erguidos cuya altura no pasa de 0,50 metros, paralelamente a otros arbustos tendidos que aparecen en otras zonas de vida un tanto más abrigadas.



*Figura 2.* Vista panorámica del área de influencia del proyecto con características de tundra pluvial – alpino subtropical.

Fuente: EIA sd proyecto (2014)

#### ○ **Zona Nival – Subtropical (n-S)**

La Zona de Vida Nival abarca totalmente el piso Nival. Estos glaciares se extienden a lo largo de las crestas de los Andes generalmente arriba de los 5 000 msnm. Se distribuye en la región latitudinal subtropical con 4,115 Km<sup>2</sup>. La biotemperatura media anual generalmente se encuentra por

debajo de 1,5° C y el promedio de precipitación total anual por año a menguado variable entre 500 y 1 000 milímetros.

La configuración toposfisiográfica es abrupta y constituida por suelos netamente Líticos, peñascosos o rocosos; prácticamente, no existe cubierta edáfica, salvo en áreas muy reducidas y de escaso interés. Las únicas formas de vida observables son algunas algas sobre la nieve misma, así como minúsculos líquenes, crustáceos, que crecen sobre las rocas de color oscuro, en los límites inferiores del nival y muy cerca de la tundra.

Las formaciones nivales tienen importancia desde el punto de vista del régimen hidrológico de los ríos y de las lagunas altoandinas. Además, representan zonas escénicamente atractivas para el desarrollo del turismo, en el que se incluye el andinismo.



*Figura 3.* Vista panorámica del área de influencia del proyecto con características de zona nival – subtropical

Fuente: EIA sd proyecto (2014)

## **B. Ecorregiones**

La metodología usada para la determinación de las zonas de vida se basó en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida A. Brack, el área de influencia del proyecto se ubica en la Ecorregión Puna. En la visita de campo se verificó que el área en estudio se encuentra en esta ecorregión.

La puna comprende las alturas andinas que se hallan, en promedio, por encima de los 3800 msnm. Esta descripción corresponde específicamente al área comprendida donde se ubicarán las operaciones de la mina. Las temperaturas son bajas y el contraste entre las temperaturas diurnas y nocturnas; en este sector el frío es muy marcado. Estos factores han exigido a la escasa flora y fauna, adaptaciones considerables para hacer posible su supervivencia. Las rocas tienen una función muy importante, ya que actúan como reservorios de calor durante el día, la cual la irradian durante la noche.

Existen dos (02) estaciones muy marcadas en la ecorregión Puna: La época de lluvias de noviembre a abril, con una mayor concentración de éstas entre enero y marzo. Durante la época seca de mayo a octubre llueve, pero de manera esporádica. La ausencia de precipitaciones hace que el terreno se torne sumamente árido.

Los vientos que soplan contribuyen a reducir la temperatura y a secar el ambiente.

La vegetación está determinada por los factores climáticos. La ausencia casi total de plantas arborescentes es resaltante. La formación predominante es el pajonal de puna formado por gramíneas de diversas especies.

- **Formaciones Vegetales**
  - **Tierras altoandinas sin vegetación (Al Sv)**

Piso altitudinal caracterizado por la presencia de nieve permanente. Ocupa los picos cordilleranos y circunda las zonas nivales, donde predominan las zonas rocosas desnudas; las precipitaciones se presentan comúnmente en forma de nieve o de granizo. Los datos climáticos la caracterizan como un área fría y húmeda, donde son comunes las neblinas bajas.

Considera también áreas desprovistas de vegetación que alternan con una cobertura vegetal escasa, es decir, presentando comunidades de flora en pequeña escala.



*Figura 4.* Tierras altoandinas sin vegetación cerca de bocamina

Fuente: EIA sd proyecto (2014).

○ **Pajonal (Pj)**

Esta unidad está reducida a pequeñas áreas de pendiente empinada con escasa disponibilidad de agua, cercanas a Pampa molino y la Laguna Comuni. Las especies corresponden a los géneros *Festuca* y *Stipa*.



*Figura 5.* Pajonal en ladera este – vecina a pampa molino.

Fuente: EIA sd proyecto (2014).

○ **Asociación Pajonal - Matorral (Pj-Mt)**

El pajonal es el tipo de vegetación que se presenta en las zonas altoandinas constituido por especies predominantemente herbáceas donde domina la familia *Poaceae*, caracterizada por sus estructuras duras y punzantes,

comúnmente se les llama “Ichu” y agrupa un amplio número de géneros entre las que destacan Festuca, Stipa y Calamagrostis sp.

El matorral lo componen especies de porte mediano pertenecientes al estrato arbustivo donde domina la familia Asteraceae donde sobresale la arbustiva Baccharis incarum que forma grandes poblaciones en las colinas y partes bajas de las laderas, la acompañan especies herbáceas y cactáceas de porte bajo.

En campo se ubicó este tipo de cobertura en las colinas de suave pendiente y cerros circundantes, la vegetación dominante son herbáceas de estrato alto adaptadas a periodos de escasez de agua.



*Figura 6.* Pajonal – matorral en ladera oeste vecina a pampa molino.

Fuente: EIA sd proyecto (2014).

○ **Asociación Pajonal - Vegetación hidromórfica (Pj- VH):**

Esta unidad está delimitada en áreas donde no ha sido posible separar ambas coberturas. Se desarrolla en las zonas frías húmedas o con presencia de agua, se caracteriza por presentar una estructura simple.

La vegetación hidromórfica corresponde a asociaciones de los géneros Juncus y Distichia, que se disponen a modo de parches y representarían restos de un bofedal. Los géneros correspondientes a pajonal presentes en esta formación son Oreobolus, Distichia, Calamagrostis, Festuca, Stipa, Werneria, Genciana y Belloa.



*Figura 7.* Pajonal – vegetación hidromórfica en pampa molino

Fuente: EIA sd proyecto (2014).

#### ○ **Bofedal (Bo)**

Comprende plantas de porte bajo y algunas veces almohadillado. Las especies hidromórficas requieren mayor humedad por lo que en el campo las encontramos en áreas anexas cuerpos de agua como una laguna, bofedal o un curso de agua.

En campo se les localizó en las áreas anexas a la laguna Comuni y en Pampa Molino, aunque este último presenta alto grado de impacto. Las especies presentes en este ambiente fueron *Distichia muscoides*, *Alchemilla pinanata*, *Aciachne pulvinata*, *Gentiana sedifolia*, *Werneria nubigena*, *Calamagrostis sp* y *Belloa sp*.



*Figura 8.* Bofedal en pampa molino

Fuente: EIA sd proyecto (2014).

- **Áreas intervenidas (AI)**

Ocupa la mayor proporción dentro del área de influencia directa del proyecto, se ubica en las áreas cercanas a la Zona de Vida Nival-Subtropical. La presencia de asentamientos humanos y trabajo minero determina la presencia de extensos cúmulos de desechos domiciliarios y material producido por las excavaciones mineras.

### **C. Hábitats**

En ecología, hábitat corresponde al ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Un hábitat queda así descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, distinguiéndolo de otros hábitats en los que las mismas especies no podrían encontrar acomodo.

- **Bofedal**

Se ubican en las áreas de relieve plano y con buena disponibilidad de agua. Son asociaciones de plantas de porte bajo algunas veces almohadillado de características hidromórficas donde domina la especie *Distichia muscoides* de la familia Juncaceae. Estas asociaciones desarrollan en torno a cuerpos de agua estancada a modo de grandes charcos que se forman por filtración de aguas subterráneas y/o de las quebradas en el área de estudio. Debido a su poca oxigenación el agua tiende a ser turbia. La fauna está compuesta de pequeñas aves como patos o gaviotas y ocasionalmente se puede observar patos y aves de rapiña.

- **Planicies y Laderas Rocosas**

Este hábitat se ubica en las partes altas del área de influencia del proyecto, estando constituido principalmente por material rocoso donde la cobertura de vegetación crece en los intersticios de la roca, y va desapareciendo conforme aumenta la altitud.

### ○ **Laguna**

Dentro del área de estudio se ha registrado tres (03) cuerpos de agua léntico llamados laguna La Rinconada, laguna Lunar y laguna Comuni.

La laguna Comuni presenta un buen nivel de conservación. La laguna Lunar es una laguna muerta, debido a que en ella se vierten desechos domiciliarios y de la industria minera tornando las aguas de deshielo a un color negro opaco y un olor pestilente.

La laguna La Rinconada presenta un nivel de conservación intermedio, aunque la tendencia es a empeorar debido a que es alimentada por las aguas altamente contaminadas provenientes de la laguna Lunar.

Circundante a la laguna se observa asociaciones de vegetación hidromorfica y Poaceas.

La fauna está compuesta por especies variadas. En años pasados, en la laguna la Rinconada se podían observar durante noviembre a la parihuana, pero esta vez no se realizaron avistamientos.

### ○ **Quebrada**

Dentro del área de estudio se ha registrado un cuerpo de agua lótico llamado quebrada Lunar el cual nace de la laguna lunar. El alto nivel de contaminación de este curso de agua es evidente al observarse restos de material de desecho domiciliario (basura) que es arrojada al río por los pobladores de Lunar y La Rinconada, así como de desechos de la actividad minera que se evidencian por depósitos de relave en las riberas del curso bajo de la quebrada, cerca la laguna Rinconada.

La fauna la componen Gaviotas, chinalindas y pequeñas aves que se alimentan de los desechos. La ictiofauna es ausente.

La flora está compuesta por asociaciones de Vegetación hidromorfica y Poaceas.



- **Flora Terrestre**

- ✓ Flora

El estudio se realizó durante el mes de noviembre de 2010, en inicios de la temporada húmeda. El procedimiento para la identificación de la flora y obtención de especímenes se realizó en campo donde se procede a la identificación, fotografía y en algunos casos colecta de algunas especies botánicas que no se lograron identificar en el campo.

Se puede establecer que el área de estudio presenta una cobertura vegetal abundante, sobre todo en las áreas con amplia disponibilidad de agua. Las especies al tener porte de mediano a pequeño les permite aprovechar al máximo el espacio entre las rocas desnudas, así como colonizar ampliamente las áreas de geografía plana y/o ligeramente elevada en el área de estudio. Asimismo, las áreas con mayor disponibilidad de agua, bofedales y riberas de quebrada o laguna, presentaron la mayor variedad de especies y densidad de individuos.

En el área de estudio se ha podido identificar 10 familias diferentes de plantas con 27 especies diferentes.

La familia Poacea representada por 09 especies ha sido la familia con mayor número de especies seguida por la familia Asteraceae la cual está representada por ocho (08) especies distintas, como se observa en el siguiente Cuadro:

Tabla 13

*Especies de flora silvestre registradas en el área de estudio*

| <b>Familia</b> | <b>Nombre científico</b> | <b>Nombre común</b> |
|----------------|--------------------------|---------------------|
| Asteraceae     | Senecio rufescens        | Senecio             |
|                | Senecio sp               | Senecio             |
|                | Baccharis incarum        | ninriyuc tola       |
|                | Belloa sp                | wira wira           |
|                | Chersodoma sp            | Desconocido         |
|                | Paranephelius uniflorus  | Desconocido         |
|                | Perezia sp               | Desconocido         |
| Cactaceae      | Werneria pygmea          | Cebollita           |
|                | Opuntia floccosa         | Desconocido         |

| Familia         | Nombre científico              | Nombre común           |
|-----------------|--------------------------------|------------------------|
| Caryophyllaceae | <i>Pycnophyllum molle</i>      | Yaretilla              |
| Cyperaceae      | <i>Eleocharis</i> sp           | Desconocido            |
| Gentianaceae    | <i>Gentiana sedifolia</i>      | P'enqa                 |
| Fabaceae        | <i>Lupinus</i> sp              | tarwi blanco silvestre |
|                 | <i>Astragalus</i> sp           | Garbancillo            |
| Juncaceae       | <i>Distichia muscoides</i>     | Champa                 |
|                 | <i>Juncus</i> spp              | Desconocido            |
| Loasaceae       | <i>Caiophora cirsiifolia</i>   | Ortiga hembra          |
|                 | <i>Aciachne pulvinata</i>      | pacu pacu              |
|                 | <i>Aciachne acicularis</i>     | pacu pacu              |
|                 | <i>Calamagrostis vicunarum</i> | Crespillo              |
|                 | <i>Calamagrostis</i> spp       | Ichu                   |
| Poaceae         | <i>Festuca dolichophylla</i>   | Ichu                   |
|                 | <i>Festuca</i> spp             | Ichu                   |
|                 | <i>Stipa</i> Ichu              | Ichu                   |
|                 | <i>Deyeuxia</i> spp            | Desconocido            |
|                 | <i>Mulehnbergia fastigiata</i> | Gramma                 |
|                 | Poaceae sp                     | Desconocido            |
| Rosaceae        | <i>Lachemilla</i> sp           | Desconocido            |
|                 | <i>Alchemilla pinnata</i>      | sillu sillu            |

Fuente: EIAsd proyecto (2014).

### ○ **Fauna Terrestre Fauna**

El área de influencia ambiental donde se va desarrollar el proyecto se caracteriza por presentar una comunidad que se encuentra en plena interacción con las actividades que desarrollan los pobladores de la zona y los proyectos mineros.

La fauna que habita estas zonas pertenece principalmente al grupo de las aves, las cuales al tener la capacidad de volar pueden alejarse rápidamente de la presencia exógena (Fam. Anatidae) o ya se encuentran habituadas a la frecuencia del tránsito de personas (Fam. Emberizidae), en cuanto a los mamíferos, no hay especies de porte mediano o grande reduciéndose este taxón a especies pequeñas de roedores.

Las aves son numerosas (12 especies y 9 familias) y la mayor densidad corresponde a especies de costumbre carroñera (gaviota y chinalinda).

También se realizó un registro de la fauna doméstica asociada al área de

estudio, está compuesta principalmente por perros y aves de corral. La presencia de especies de pastoreo es cada vez menor debido a que esta actividad está siendo reemplazada por la minería.

Tabla 14

*Lista de mamíferos registrados en el área del proyecto*

| Orden    | Familia    | Nombre científico    | Nombre común   |
|----------|------------|----------------------|----------------|
| RODENTIA | Cricetidae | Phyllotis sp         | Ratón de campo |
|          |            | Chinchillula sahamae | Ratón Vizcacha |

Fuente: EIASd proyecto (2014).

Tabla 15

*Lista de aves registradas en el área del proyecto*

| Familia      | Nombre científico         | Nombre común    |
|--------------|---------------------------|-----------------|
| Accipitridae | Buteo sp                  | Huamán          |
| Anatidae     | Lophoneta specularoides   | Pato            |
| Emberizidae  | Zonotrichia capensis      | Gorrión         |
|              | Sicalis olivascens        | Chirigüe        |
| Falconidae   | Phalcobaenus megalopterus | Chinalinda      |
| Furnaridae   | Cinclodes atacamensis     | Churrete        |
| Fringillidae | Carduelis sp              | Jilguero        |
|              | Phrygilus plebejus        | Plomito         |
| Hirundinidae | Phrygilus punensis        | Frigilo peruano |
|              | Spectyto cucicularia      | Golondrina      |
| Laridae      | Larus serranus            | Gaviota         |
| Tyraniidae   | Lessonia spp              | Negrilo andino  |

Fuente: EIASd proyecto (2014).

#### ○ **Especies Protegidas**

De la lista de especies de fauna silvestre registrada se procedió a la categorización según D.S. N° 034-2004-AG, vigente para el país, de la cual se determinó que en el área del proyecto no se registraron especies de mamíferos, aves ni reptiles y anfibios protegidas por el Estado.

○ **Recursos Hidrobiológicos**

✓ **Ecosistema Acuático**

Se identificaron cuerpos de agua lóticos (quebrada) y lénticos (lago y lagunas), los que se describen a continuación:

✓ **Laguna Lunar de Oro, Punto de Monitoreo AS-1**

El Punto de Monitoreo AS-1 se encuentra ubicada en una laguna muerta originada por el agua deshielo y da origen a la quebrada Lunar. No hay fauna de ninguna clase y la vegetación es casi inexistente. Esta altamente contaminada por residuos domiciliarios e industriales, esto genera un verdadero peligro para el mantenimiento de los ecosistemas que dependen directa e indirectamente de este cuerpo de agua.

Quebrada Lunar, Punto de Monitoreo AS-2 Quebrada que cruza el poblado Lunar de Oro, nace de la laguna del mismo nombre. Recorre toda la longitud de Pampa molino y desemboca en el lago La Rinconada. No se reportó presencia de fauna ictiológica. La fauna está compuesta por aves de hábito carroñero y es numerosa pero poco variada. Los pobladores no realizan ninguna actividad extractiva ni de producción en las aguas de esta quebrada la que se encuentra altamente contaminada.

✓ **Lago La Rinconada, Punto de Monitoreo AS-3**

No se reportó presencia de fauna ictiológica en la zona evaluada. Los pobladores no realizan ninguna actividad extractiva ni de producción en las aguas de este lago. Se encontraron aves acuáticas. Su conservación peligró por la presencia de material altamente contaminante que es acarreado por la quebrada Lunar, la cual desemboca en este lago.

✓ **Laguna Comuni, Punto de Monitoreo AS-4**

Laguna que se ubica al sur-este del área de influencia del proyecto. Presenta orilla descubierta de vegetación y existe una pequeña laguna y un bofedal bien conservado al noroeste de esta laguna. La presencia de aves es variada.

Tabla 16

*Ubicación de las estaciones de monitoreo hidrobiológico*

| Código | Ubicación   | Este (m)   | Norte (m)    | Altitud m.s.n.m. |
|--------|---|------------|--------------|------------------|
| AS-1   | En la salida de Laguna Lunar de Oro                                 | 451 868,45 | 8 383 586,43 | 4 804            |
| AS-2   | En la Quebrada Lunar. Cabecera de Pampa Molino                      | 451 105,44 | 8 383 370,43 | 4 703            |
| AS-3   | Lago La Rinconada, cerca al punto de descarga de la quebrada Lunar. | 449 595,42 | 8 382 628,42 | 4 645            |
| AS-4   | Laguna Comuni   | 453 049,47 | 8 382 565,41 | 4 996            |

Fuente: EIASd proyecto (2014).

- **Comunidades Hidrobiológicas Evaluadas**

- ✓ **Plancton**

El plancton, está conformado por organismos microscópicos vegetales y animales (fitoplancton y zooplancton respectivamente) que viven suspendidos en la columna de agua. Se colectó la muestra en la zona de orilla de agua de cada estación, obteniéndose tres (03) muestras en total.

La colecta se realiza filtrando 50 litros de agua mediante el uso de una red estándar de plancton (malla 75 micras) para obtener las muestras (los organismos microscópicos quedan atrapados en la red).

- ✓ **Análisis de datos**

Con los datos obtenidos en las evaluaciones biológicas, se realizó el análisis de las comunidades acuáticas, que incluyó la determinación de especies y número de individuos, además se cuantificó el grado de heterogeneidad de las comunidades hidrobiológicas a través de medidas de diversidad.

En cada una de las tres (03) comunidades estudiadas, se obtuvo la composición, densidades y para el análisis se han considerado índices de

heterogeneidad, que es aplicado a las comunidades biológicas del plancton: como diversidad de Shannon-Wiener, Equidad de Pielou, Índice de Riqueza de especies (d), densidad de individuos (N) y número de Especies (S).

### ✓ Resultados

Se evaluaron cuatro (04) estaciones, dentro de las cuales se separó el análisis en los dos componentes principales del plancton: Fitoplancton y Zooplancton, cada una de ellas con sus particularidades en abundancia y riqueza.

#### a. Fitoplancton.

La composición de especies en 04 estaciones evaluadas, estuvo constituida por 17 taxa pertenecientes a 08 Divisiones: Ochrophyta (84,76%); Chlorophyta (0,42%); Cyanophyta (14,46%), Euglenozoa (0,18%) y Otros Fitoflagelados < 20  $\mu$ m (0,18).

Haciendo una comparación por estaciones evaluadas se puede apreciar que el Lago La Rinconada (AS-3) presenta un mayor registro de especies y densidad acumulada. La división de Ochrophyta fue la más abundante con 2 797 células.ml<sup>-1</sup> registrados en total. En general, los valores registrados son bajos.

Tabla 17

*Número de especies del fitoplancton por división y por estación*

| División      | AS-1 | AS-2 | AS-3 | AS-4 | Total |
|---------------|------|------|------|------|-------|
| Ochrophyta    | 3    | 3    | 9    | 2    | 17    |
| Chlorophyta   | 1    |      |      | 1    | 2     |
| Cyanobacteria | 1    |      | 4    | 1    | 6     |
| Euglenozoa    |      |      | 1    |      | 1     |
| Otros         |      |      |      | 1    | 1     |

Fuente: EIAsd proyecto (2014).

### - **Densidades**

Se registró una abundancia total de 1 660 células.ml-1. La abundancia (N) varió desde 3 células.ml-1 en la estación AS-1 (Laguna Lunar), cuya abundancia fue dada por individuos del grupo de las Ochrophyta. Mientras que el máximo valor fue encontrado en la Estación AS-3 (Lago La Rinconada) con 1 629 células.ml-1 representadas por el grupo de las Ochrophyta, Cyanobacteria y Euglenozoa. Al realizar una evaluación de las densidades por especies se observó que el pico de densidad correspondió a la especie *Navicula* sp con 1 278 células.ml-1 del grupo de las Ochrophyta, ésta especie sólo fue reportada en los puntos AS- 3.

### - **Índices Comunitarios**

El número de especies registradas varía desde tres (03) en AS-2 (Quebrada Lunar) hasta un máximo de 14 en AS-3 (Lago La Rinconada).

Paradójicamente, el índice de diversidad ( $H'$ ) varió de 0,7992 bits/individuo en AS-03, alcanzando el valor de 1 bits/individuo en el resto de puntos de monitoreo; estos valores indican que estos ecosistemas son muy pobres en especies, si bien los valores registrados para el lago La Rinconada indican que su nivel de conservación es superior al resto de cuerpos de agua evaluados.

El Índice de Riqueza de Especies ( $d$ ), nos muestra valores en un rango de 1,358 y 1,82 lo que refuerza los resultados obtenidos en el índice de Shannon ya que siguen la misma tendencia y muestran un ambiente pobre en riqueza de especies.

Los valores registrados para el índice de Pielou para AS-1, AS-2 y AS-4 son poco confiables debido al escaso número de especies y densidades registradas; mientras que ello no sucede en AS-3 donde se puede observar una tendencia que indica una distribución heterogénea del número de especies y abundancias por taxas que hace que exista dominancia de algunas familias como es el caso de las Ochrophyta, principalmente la subdivisión Bacillariophyceae y la especie *Navícula*.

Tabla 18

*Parámetros comunitarios del fitoplancton*

| Cálculos de biodiversidad      |                     |      |        |        |
|--------------------------------|---------------------|------|--------|--------|
| Índices                        | Puntos de monitoreo |      |        |        |
|                                | AS-1                | AS-2 | AS-3   | AS-4   |
| Total de Especies              | 5                   | 3    | 14     | 5      |
| Total de Individuos            | 19                  | 3    | 1629   | 9      |
| Diversidad Especifica ( $H'$ ) | 1                   | 1    | 0,7992 | 1      |
| Equidad de Pielou ( $J'$ )     | 0,9057              | 1    | 0,3028 | 0,9101 |
| Riqueza de Especies ( $d$ )    | 1,358               | 1,82 | 1,758  | 1,82   |

Fuente: EIA sd proyecto (2014).

**b. Zooplancton**

La composición de especies en los cuatro (04) puntos de monitoreo evaluadas, estuvo constituida por cinco (05) especies pertenecientes a tres (03) Phyllum: Rotifera (81%), Iliophora (13%) y Nemata (6%). En AS-1 (Laguna Lunar) no se reportó ninguna especie zooplantónica y en A-3 (Lago La Rinconada) se realizó el mayor registro con cuatro (04) especies

Tabla 19

*Número de especies del zooplancton por división y por estación*

| Phylum     | AS-1 | AS-2 | AS-3 | AS-4 |
|------------|------|------|------|------|
| Rotifera   |      |      | 2    | 1    |
| Ciliophora |      |      | 1    |      |
| Nematoda   |      | 1    | 1    |      |

Fuente: EIA sd proyecto (2014).

**- Densidades**

La densidad registrada fue de 55 organismo.ml-1. La mayor densidad fue registrada en AS-3 con 30 organismo.ml-1, seguido por AS-2 (Quebrada Lunar) con 24 organismo.ml-1 y AS-4 con 1 organismo. ml.-1. El phyllum más abundante fue Nemátoda ya que se registraron 26 org.ml-1, le siguió en abundancia el Phyllum Rotifera, con la familia Brachionidae que reportó 24 org.ml-1.



### - **Parámetros Comunitarios**

Debido a los pobres registros reportados, sólo se pudo calcular índices de diversidad para el punto AS-3 (Lago La Rinconada). El índice de Shannon nos indica una pobre diversidad de especies en el sistema evaluado. Este valor es refrendado por el índice de Riqueza de Especies (d) que también indica un nivel de riqueza pobre.

La equidad de Pielou indica que hay una aparente tendencia a la homogeneidad, pero debe tenerse en cuenta que las especies de *Brachionus* tiene mayor presencia. Se puede concluir que las condiciones ambientales para el desarrollo de los organismos zooplanctónicos no son en ningún modo favorables. En general, la densidad de zooplancton en ambientes de continentales es baja, y a esto debe agregarse que los ecosistemas analizados se encuentran altamente impactados por las actividades humanas, por lo que las especies no encuentran las condiciones óptimas para desarrollarse.

#### ○ **Áreas Naturales Protegidas**

Dentro del área de influencia ambiental del proyecto no se registró ninguna área protegida por el estado peruano, tal como se puede apreciar en el plano de ubicación del proyecto.

### **3.4.4.3. Factor socioeconómico, interés humano y cultural**

#### **3.4.4.3.1. Ambiente Socioeconómico**

##### **A. Ubicación Geográfica**

El Centro Poblado Cerro Lunar se ubica en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, Región Puno; está ubicado al noreste del departamento de Puno, a una altura aproximada de 5 000 m.s.n.m. en la cordillera oriental, a unos 25 kilómetros de la República de Bolivia.

El centro poblado Cerro Lunar fue creando en forma gradual a fines de los años 70 como extensión al crecimiento del centro poblado La Rinconada.

En sus inicios albergaba muy poca población por las difíciles condiciones del medio ambiente; sin embargo, la progresiva elevación de la producción de oro y las expectativas generadas alrededor de La Rinconada, generó atracción de fuerza laboral en busca de posibilidades no sólo de trabajo sino de lograr una mejor calidad de vida.

Esta situación hizo que la afluencia de personas creciera de manera significativa y se fuera estableciendo con cierto impulso a fines de los años 80, instalando sus viviendas de manera más ordenada que La Rinconada.

El Centro Poblado Cerro Lunar, como tal fue creado un 5 de septiembre del año 1990, en la actualidad se cuenta con 13 Barrios y un anexo. Cabe mencionar que cada uno de los Barrios cuenta con un Presidente de Barrio y su junta directiva.



*Figura 9.* Distribución de viviendas en el C.P. Cerro Lunar

Fuente: EIASd proyecto (2014).

## **B. Características Generales**

### **a) Demografía**

El Centro Poblado Cerro Lunar conforme a los resultados del Censo de Población efectuado en 2007, cifras oficiales, cuenta con una población aproximada de 2 891 habitantes. La evolución de la población se ha mostrado de una manera muy dinámica a través de los años.

En lo referente al valor absoluto de la población se debe tener muy en cuenta la “población flotante”, como es denominada por los oriundos de la zona, pobladores que se establecen temporalmente en el lugar, aumentando

de manera representativa el número de pobladores. La inmigración en el lugar tiene como causa principal el desarrollo de la actividad minera, la ejecutada de manera artesanal, principalmente.

La diferencia entre los varones y las mujeres es aproximadamente de 20% favorable a los varones. Esta característica se presenta principalmente por el tipo de actividad económica desarrollada en la zona.

El índice de masculinidad muestra aproximadamente 156 varones por cada 100 mujeres, característica propia de una zona minera en la cual su base económica y sustento de su dinámica poblacional conduce a una mayor presencia de varones, lo que conlleva que las condiciones de desarrollo equilibrado de la familia no se puedan conducir adecuadamente, afectando por tanto a las condicionantes psicológicas y sociales que enfrenta la familia, pero además en contraposición, colocan a la mujer también en condiciones más difíciles que en otras zonas de la región.

En la actualidad el desarrollo de la actividad comercial ha creado una esfera para las mujeres dentro de esta sociedad.

#### **b) Población Económicamente Activa (PEA)**

Son todas las personas vivientes en el Centro Poblado Cerro Lunar en edad de trabajar, es decir; personas mayores de 15 años que se encontraban trabajando (ocupados) o buscando activamente trabajo (desocupados).

Se debe mencionar por otro lado que en la zona por cuestiones culturales las personas empiezan a laborar desde muy jóvenes, mucho antes de lo que recomiendan instituciones especializadas.

La Población Económicamente Activa era alrededor del 60% de la población en edad de trabajar. De los cuales un mínimo porcentaje es considerado PEA desocupada.

#### **C. Vivienda**

Las viviendas en el centro poblado están distribuidas conformando un núcleo urbano. En la actualidad la posesión de una vivienda en el lugar

puede generar un ingreso económico adicional a la familia porque ambientes de la casa son alquilados a personas foráneas que llegan a la zona para trabajar en la minería. Como podemos observar en el cuadro alrededor del 63% de las viviendas son propias, principalmente.

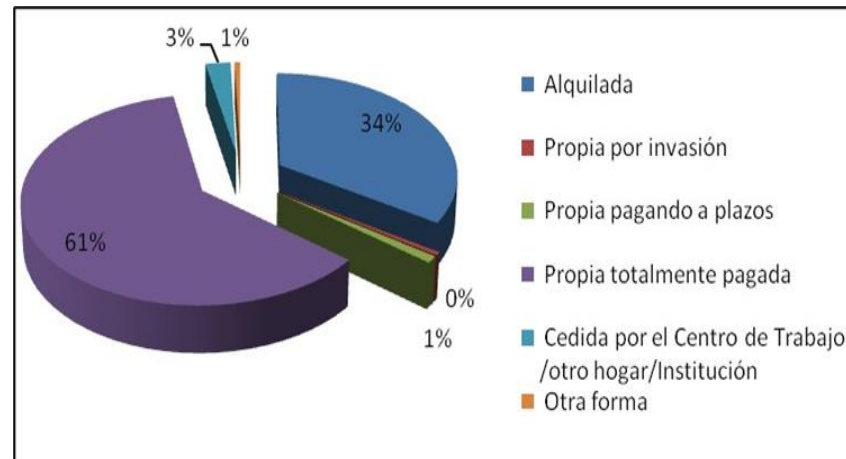


Figura 10. Tendencias de vivienda

Fuente: INEI - Censos de población y vivienda 2007 (2018).

#### a) Material de las paredes:

En la zona casi la totalidad de las viviendas presentan paredes, hechas de piedra con barro y de adobe, dentro del rubro; otros, es importante mencionar el uso de la calamina para cubrir paredes de piedra y barro.

A mayor ingreso familiar se nota que existe una tendencia a contar con menos viviendas de piedra y barro y se tiende a preferir en mayor proporción viviendas con paredes de ladrillo y calamina.

#### b) Material de los techos:

En cuanto a los techos estos son mayoritariamente de calamina, aunque aún se puede hallar techos de paja con plástico, en la actualidad se nota una tendencia a construir techos de concreto.

#### c) Material de los Pisos:

Cuando analizamos el tipo de pisos de las viviendas estas nos muestran que en su mayoría son de tierra firme cerca del 83%, de madera entablada el 13% aproximadamente.

## **D. Servicios Básicos**

### **a) Abastecimiento de Agua**

Sumado a las características precarias de la vivienda y el riesgo a la salud por el clima imperante, se presenta como una gran problemática local el acceso a los servicios básicos; el agua potable es deficiente en la zona, y la presencia de desagüe es mucho más crítica, según los pobladores locales no se avizora soluciones en un corto plazo, por tanto, las condiciones de vida de la población, se mantiene y tenderán a agudizarse a futuro por la tendencia el hacinamiento.

En estas condiciones, el aprovisionamiento de agua mayormente proviene de recursos hídricos como manantiales con el que se abastecen cerca del 73% (899 casos aproximadamente), por otro lado, el porcentaje aproximadamente el 19% se abastece de pozos.

### **b) Eliminación de Excretas**

Al no existir instalaciones de desagüe, la mayoría de las familias (el 90%) no cuenta con un lugar apropiado para la eliminación de excretas, la mayor parte de la población utiliza el campo abierto.

En los barrios de mayor población se cuenta con letrinas públicas de pared de cemento y techo de calamina. Estas letrinas fueron edificadas gracias a la organización de los pobladores locales, en la actualidad se cuenta con 22 baños públicos, formada por una asociación llamada “Servicio de Baños Públicos”.

### **c) Electricidad**

En cuanto a la electricidad en las viviendas en el año 2007 aproximadamente la mitad de las viviendas no contaban con este servicio en la actualidad el centro poblado ha tenido un importante desarrollo en este aspecto por lo tanto un importante número de viviendas ya cuentan con este servicio tan primordial para las actividades desarrolladas en la zona.

## **E. Economía**

### **a) Actividades Económicas**

La dinámica económica del centro poblado Cerro Lunar, gira alrededor de la minería artesanal del oro, por lo tanto; alrededor de un 80% de la población muestreada se dedica a la minería y aun cuando los miembros de la familia – incluyendo a niños- participan de manera directa en apoyar las labores mineras, los resultados económicos siguen siendo insatisfactorios.

En ello, los ingresos que obtiene la familia en el agregado, son determinantes para las posibilidades de desarrollo de la célula familiar.

#### **3.4.4.3.2. Ambiente de Interés Humano**

En el área del Proyecto no se advierte la existencia de componentes ambientales de interés humano, como recursos arqueológicos, lugares históricos, lugares religiosos, reservas naturales y sitios de interés científico.

### **3.4.5. Descripción de la metodología**

Vicente Conesa propone una metodología para realizar la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales generados por distintos tipos de proyectos. La metodología fue propuesta en 1987 y sucesivamente revisada en 1991, 1995, 1997 y 2010.

#### **3.4.5.1. Matriz Causa Efecto**

En base a la información de las características del medio ambiente que lo rodea y la capacidad receptora, se realiza la identificación de los impactos potenciales. Para ello se analizan las acciones asociadas a la ejecución del Proyecto y que pueden generar algún impacto sobre el medio ambiente, para este efecto se elabora un listado de las acciones o actividades del Proyecto. De forma similar, también se elabora un listado de los componentes ambientales que podrían verse afectados por las acciones del Proyecto. Los componentes ambientales y acciones que se identifican o definan, serán

posteriormente dispuestos en filas y columnas respectivamente y formarán la estructura de la matriz de identificación de impactos causa-efecto.

### **3.4.5.2. Identificación de Acciones que pueden causar Impactos**

Definimos como acciones, a las actividades del Proyecto que ejercen una presión sobre el medio, o sea dan lugar a impactos ambientales. Entre los criterios de selección de las acciones, destacamos la significatividad (capacidad de generar alteraciones), independencia (para evitar duplicidades), vinculación a la realidad del proyecto y posibilidad de cuantificación, en la medida de lo posible, de cada una de las acciones consideradas. Asimismo, las acciones serán excluyentes, unas respecto a las otras, de manera que no incluyan acciones de similar alcance, en cuanto a los efectos producidos sobre el medio ambiente. Las acciones que pueden producir impactos se agrupan en las tres (03) etapas del Proyecto: construcción, operación y cierre.

#### **A. Identificación de Componentes Ambientales**

El medio ambiente tendrá una mayor o menor capacidad de recepción o acogida del Proyecto, lo cual es evaluado analizando los efectos que sobre los principales componentes ambientales pueden causar las acciones identificadas de acuerdo al punto anterior.

En esta fase, llevaremos a cabo la identificación de componentes ambientales con la finalidad de detectar aquellos aspectos del medio ambiente, cuyos cambios motivados por las distintas acciones del Proyecto en sus sucesivas etapas, supongan modificaciones positivas o negativas de la calidad ambiental del mismo. Los criterios de selección de los componentes ambientales, como indicadores que son, se establecen considerando lo siguiente:

- Ser representativos del entorno afectado y por tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio ambiente.
- Ser relevantes, es decir portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir sin solapamientos ni redundancias.

- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos son intangibles.

### B. Identificación de actividades que pueden causar impactos

Existen diversos medios para identificar las actividades de un proyecto, entre los que podemos destacar los cuestionarios específicos para cada tipo de proyecto, las consultas a paneles de expertos, escenarios comparados, consultas a los diseñadores del proyecto, gráficos de interacción causa – efecto, etc.

### C. Caracterización de los impactos

Se inicia con la identificación de las actividades que pueden causar impactos, sobre una serie de componentes ambientales, o sea, determinar la matriz de identificación de impactos.

Tabla 20

*Matriz de identificación de impactos*

| Componentes del medio | Actividades del proyecto |                |                |                |                |     |
|-----------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
|                       | A <sub>1</sub>           | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | A <sub>i</sub> | A <sub>n</sub> |     |
| C <sub>1</sub>        |                          |                |                | X              | X              |     |
| C <sub>2</sub>        |                          |                | X              |                |                | X   |
| C <sub>3</sub>        |                          |                |                | X              | X              |     |
| .                     | X                        | X              |                |                |                |     |
| .                     |                          |                |                | X              | X              | X X |
| C <sub>j</sub>        | X                        |                |                |                |                |     |
| .                     |                          | X              |                | X              |                |     |
| C <sub>m</sub>        |                          |                | X              |                | X              | X X |

Fuente: Fernández (1993).

#### 3.4.5.3. Valoración cualitativa del Impacto Ambiental

Una vez identificadas las acciones y los componentes del medio que presumiblemente serán impactados por aquellas, se elabora la matriz de



importancia, la que nos permitirá obtener una valoración cualitativa. Esta evaluación es una herramienta fundamental analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación acción del proyecto – factor del medio), es absolutamente necesaria.

La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de impactos, cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada componente ambiental impactado. En esta etapa de la valoración, mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como Importancia del Impacto. La Importancia del Impacto, la definimos como el ratio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a la serie de atributos de tipo cualitativo.

Es necesario advertir que la Importancia del Impacto no debe confundirse con la importancia del componente afectado. Un componente ambiental puede presentar una gran importancia en el entorno del Proyecto.

#### **A. Atributos del Impacto**

A continuación, se describe el significado de los símbolos que conforman el elemento tipo de una matriz de valoración cualitativa o matriz de Importancia.

- **Signo:** Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones sobre los componentes ambientales. El impacto se considera positivo cuando el resultado de la acción sobre el componente ambiental considerado produce una mejora de la calidad ambiental de este último. El impacto se considera negativo cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental del componente ambiental considerado.
- **Intensidad (IN):** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el componente ambiental. Expresa el grado de afectación del componente

ambiental, independientemente de la extensión afectada. Puede producirse una afectación muy alta, pero en una extensión muy pequeña.

El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una afectación total del componente ambiental en el área en la que se produce el efecto, Intensidad en grado Total; el (1) considera una afectación mínima y poco significativa Intensidad Baja o Mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias Intensidad Notable o de Intensidad Muy Alta (8); Intensidad Alta (4); Intensidad Media (2).

Cuando la acción causante del efecto, como en el caso de la introducción de medidas correctoras, dé lugar a un efecto positivo, la Intensidad del impacto reflejará el grado de reconstrucción o restauración del factor, o sea, el grado de mejora cualitativa de su calidad ambiental. La intensidad final del efecto, sufrirá una disminución como consecuencia de la ejecución de las medidas correctoras.

- **Extensión (EX):** Es el atributo que refleja la fracción del medio afectado por la acción del proyecto. Se refiere, en sentido amplio, al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el componente ambiental. Puede tratarse, por ejemplo, del porcentaje del área afectada por la acción, respecto al entorno total, en que se manifiesta el efecto. También podemos relativizar respecto al volumen, y respecto a cualquier unidad o indicar que refleje la parte del medio afectado.

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial (2) y Extenso (4). En el caso de que el efecto, sea puntual o no, se produzca en un lugar crucial o crítico, estaremos ante un Impacto de Ubicación Crítica y se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le

correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta.

- **Momento (MO):** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

El impacto será de manifestación inmediata cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea nulo, asignándole un valor (4). El impacto será de manifestación a corto plazo cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea inferior a un año, asignándole un valor (3). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 10 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de diez años, Largo Plazo, con valor asignado (1).

- **Persistencia o Duración (PE):** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción. Consideramos conveniente indicar lo siguiente: la duración del efecto, y por tanto el momento de retorno, en cuanto a la persistencia o duración, es independiente de otras características del efecto, tales como reversibilidad, recuperabilidad, otros. Se procurará pronosticar el momento de retorno, coligiendo en consecuencia el tiempo que realmente va a permanecer el efecto, haya o no cesado la acción, sea o no reversible, sea o no recuperable, otros.

Cuando la permanencia del efecto, por la circunstancia que sea, es mínima o nula (cese la acción o no, cesa la manifestación del efecto que aquella produce en el factor considerado, el efecto se considera Efímero o Fugaz), tomando un valor de (1). Si la permanencia del efecto tiene un lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Momentáneo, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal propiamente dicho, o Transitorio (2); y si permanece entre 11 y 15 años, Persistente, Pertinaz o Duradero (3). Si la manifestación tiene una duración superior a los 15 años, consideraremos el efecto como Permanente o Estable, asignándole un valor (4).

- **Reversibilidad (RV):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que ésta deja de actuar sobre el medio. El efecto reversible puede ser asimilado por los procesos naturales del medio, mientras que el irreversible no puede ser asimilado o serlo, pero al cabo de un largo periodo de tiempo.

El impacto será reversible cuando el factor ambiental alterado puede retornar, sin la intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a 15 años. Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2), y a Largo Plazo (3). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos para este atributo, son los mismos asignados para el atributo anterior. El impacto será irreversible cuando el factor ambiental alterado no puede retornar, sin la intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a 15 años. Al efecto irreversible le asignamos el valor (4).

- **Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana, es decir, mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras.

Si el efecto es totalmente recuperable o neutralizable, se le asigna un valor (1), (2), (3) ó (4) según lo sea de manera inmediata (Impacto Inmediato), a corto plazo o a medio y largo plazo. Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar en su totalidad, por la acción humana) le asignamos el valor (8). En el caso de que la alteración se recupere parcialmente, al cesar o no, la presión provocada por la acción, y previa incorporación de medidas correctoras, el impacto será Mitigable, atribuyéndole el valor (4).

En el caso de que se presente un impacto irrecuperable, pero exista la posibilidad de introducir medidas compensatorias, estaremos ante un Impacto Compensable, el valor será (4). El mismo valor adquirirá el impacto cuando exista la posibilidad de introducir medidas curativas y

recuperadoras. Por medios humanos es posible recuperar impactos irreversibles, atenuar los mitigables y reemplazar o sustituir los irrecuperables. Cuando el tiempo de reconstrucción de un efecto recuperable, producido en el factor considerado, sea superior a 15 años, consideramos el efecto irrecuperable.

- **Sinergia (SI):** Se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que habría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce con el tiempo la aparición de otros nuevos, de superior manifestación. Se tienen impactos ambientales con efectos complejos y la agregación de los mismos no siempre ocurre en proporciones aritméticas.

Cuando la acción sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2), y si es altamente sinérgico, potenciándose la manifestación de manera ostensible (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento o minoración (sinergia negativa), la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es menor a la que cabría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las acciones que los provocan actúan de manera independiente y no simultánea.

- **Acumulación (AC):** Se refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia (no hay efectos acumulativos), nos encontramos ante un caso de acumulación simple, valorándose como (1). Cuando una acción al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante, estamos ante una ocurrencia acumulativa, incrementándose el valor a (4).

- **Efecto (EF):** Se refiere a la relación causa – efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un componente ambiental, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta. Se dice que los impactos son indirectos cuando son producidos por un impacto anterior, que este caso actúa como agente causal. El impacto anterior puede ser directo o indirecto, en cualquier caso, es desencadenante de otros impactos.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación pues, no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. El impacto indirecto es parte de una cadena de reacciones.

El efecto toma el valor (1) en el caso de que sea indirecto o secundario, y el valor (4) cuando sea directo o primario.

- **Periodicidad (PR):** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera continua (las acciones que lo producen, permanecen constantes en el tiempo) o discontinua (las acciones que lo producen actúan de manera regular (intermitente), o irregular o esporádica en el tiempo. Consideramos que la periodicidad discontinua es periódica, cíclica o intermitente, cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y una cadencia establecida.

Calificamos la periodicidad como aperiódica o irregular propiamente dicha, cuando la manifestación discontinua del efecto se repite en el tiempo de una manera irregular e imprevisible sin cadena alguna. Se supone esporádica o infrecuente cuando la acción que produce el efecto, y por tanto su manifestación, son infrecuentes, presentándose con carácter excepcional.

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular (aperiódicos y esporádicos), que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia (1).

De lo descrito previamente tenemos que, según el grado de incidencia, a los atributos se les puede asignar los valores que se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 21

*Atributos de los impactos potenciales*

| Atributo                     | Grado de incidencia     | Signo/Valor |
|------------------------------|-------------------------|-------------|
| NATURALEZA                   | Impacto beneficioso     | +           |
|                              | Impacto perjudicial     | -           |
|                              | Baja o mínima           | 1           |
| INTENSIDAD (IN)              | Media                   | 2           |
|                              | Alta                    | 4           |
|                              | Muy alta                | 8           |
|                              | Total                   | 12          |
| EXTENSIÓN (EX)               | Puntual                 | 1           |
|                              | Parcial                 | 2           |
|                              | Amplio o extenso        | 4           |
|                              | Total                   | 8           |
| MOMENTO (MO)                 | Crítico                 | +(4)        |
|                              | Largo plazo             | 1           |
|                              | Mediano plazo           | 2           |
|                              | Corto plazo             | 3           |
|                              | Inmediato               | 4           |
| PERSISTENCIA O DURACIÓN (PE) | Crítico                 | +(4)        |
|                              | Fugaz o efímero         | 1           |
|                              | Momentáneo              | 1           |
|                              | Temporal o transitorio  | 2           |
|                              | Pertinaz o persistente  | 3           |
| Reversibilidad (RV)          | Permanente y constante  | 4           |
|                              | Corto plazo             | 1           |
|                              | Mediano plazo           | 2           |
| Sinergia (SI)                | Largo plazo             | 3           |
|                              | Irreversible            | 4           |
|                              | Sin sinergismo o simple | 1           |

| Atributo             | Grado de incidencia                  | Signo/Valor |
|----------------------|--------------------------------------|-------------|
| Acumulación (AC)     | Sinergismo moderado                  | 2           |
|                      | Muy sinérgico                        | 4           |
|                      | Simple                               | 1           |
|                      | Acumulativo                          | 4           |
| Efecto (EF)          | Indirecto o secundario               | 1           |
|                      | Directo o primario                   | 4           |
|                      | Irregular o esporádico               | 1           |
| Periodicidad (PR)    | Periódico                            | 2           |
|                      | Continuo                             | 4           |
|                      | Recuperable de manera inmediata      | 1           |
| Recuperabilidad (MC) | Recuperable a corto plazo            | 2           |
|                      | Recuperable a mediano plazo          | 3           |
|                      | Recuperable a largo plazo            | 4           |
|                      | Mitigable, sustituible y compensable | 4           |
|                      | Irrecuperable                        | 8           |

Metodología Utilizada: CONESA 2010.

#### 3.4.5.4. Valoración cualitativa del Impacto Ambiental

La importancia (significancia) del impacto o del efecto de una acción sobre un componente ambiental, es la estimación del impacto en base al grado de manifestación cualitativa del efecto. No debe confundirse con la importancia del componente ambiental afectado.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

$$I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

La importancia según los valores que se obtengan podemos clasificarla en lo siguiente:

- Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o no significativos.
- Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50.
- Los impactos serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75.
- Los impactos con valores de importancia superior a 75 serán críticos.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Identificación de impactos ambientales causa efecto

##### 4.1.1. Identificación de componentes ambientales

Como primer paso, se identificaron los componentes ambientales y socioeconómicos que podrían ser afectados en las fases de construcción, operación y cierre. Para realizar dicha identificación se consideró la información de la línea base ambiental y socioeconómica. La identificación de los impactos potenciales estuvo vinculada con el estado actual, calidad y otras características de estos componentes.

A continuación, se listan los principales componentes ambientales que podrían ser potencialmente afectados por el desarrollo de las actividades del Proyecto. Estos componentes se presentan ordenados de acuerdo al subsistema ambiental.

Tabla 22

*Componentes ambientales susceptibles de ser impactados*

| Medio                              | Componentes Ambientales |
|------------------------------------|-------------------------|
| Medio Físico                       | Aire y ruido            |
|                                    | Suelo y Relieve         |
|                                    | Aguas superficiales     |
|                                    | Aguas subterráneas.     |
| Medio Biológico                    | Flora                   |
|                                    | Fauna                   |
|                                    | Hidrobiología           |
| Medio Socioeconómico               | Sociedad                |
|                                    | Economía                |
| Medio Cultural y de interés humano | Cultural y arqueológico |
|                                    | Paisaje                 |

#### 4.1.2. Identificación de componentes ambientales

En esta sección se identifican las actividades del presente Proyecto, que podrían generar un impacto sobre el medio ambiente. Estas actividades podrían ser las fuentes de impactos ambientales y sociales, y han sido identificadas para las etapas de construcción, operación y cierre.

Se ha considerado las actividades necesarias para la implementación de los siguientes componentes:

- Construcción de dos (02) depósitos de relaves.
- Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves.
- Acondicionamiento de pozas de lixiviación.
- Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación.
- Construcción de Columnas de carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado.
- Construcción de componentes auxiliares.

En el siguiente Cuadro se presentan las actividades que se han identificado como posibles fuentes potenciales de impactos asociadas a las etapas de construcción, operación y cierre del Proyecto.

Tabla 23

*Actividades del proyecto – fuentes de impactos potenciales*

| <b>Etapas</b> | <b>Componente/Proceso</b>                                 | <b>Actividad</b>   |
|---------------|---|--|
|               | Todos los componentes                                     | Transporte de equipos, materiales y personal   |
| Construcción  | Construcción de dos (02) depósitos de relaves             | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación<br>Montaje de estructuras y equipos              |
|               | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación<br>Montaje de estructuras e instalaciones varias |

| Etapa     | Componente/Proceso   | Actividad  |
|-----------|--|--|
| Operación | Acondicionamiento de pozas de lixiviación  | Desbroce y retiro de suelo orgánico<br>Movimiento de tierras, nivelación del terreno y construcción de cunetas   |
|           | Construcción de Columnas de carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y conformación de la plataforma<br>Montaje de estructuras y equipos  |
|           | Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación             | Desbroce y retiro de suelo orgánico<br>Movimiento de tierras y nivelación del terreno para la conformación de la plataforma y estructuras de manejo de aguas |
|           | Construcción de componentes auxiliares   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación<br>Montaje de equipos y estructuras  |
|           | Construcción de dos (02) depósitos de relaves  | Disposición de los relaves de la planta de tratamiento   |
|           | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves                                    | Procesamiento del material a lixiviar  |
|           | Acondicionamiento de pozas de lixiviación  | Concentración de la solución lixiviada   |
|           | Construcción de Columnas de carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado | Adsorción de oro en el carbón activado   |
|           | Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación             | Carguío, traslado y almacenamiento de relaves para su tratamiento  |
|           | Construcción de componentes auxiliares   | Uso de ares comunes para la operación  |

| Etapa  | Componente/Proceso   | Actividad   |
|--------|--|---|
| Cierre | Construcción de dos (02) depósitos de relaves  | Reconfiguración del terreno y revegetación  |
|        | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves                                    | Desmantelamiento de estructuras y retiro de equipos<br>Reconfiguración del terreno y revegetación       |
|        | Acondicionamiento de pozas de lixiviación  | Retiro de equipos y estructuras<br>Reconfiguración del terreno y revegetación                           |
|        | Construcción de Columnas de carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado | Desmantelamiento de estructuras y retiro de instalaciones<br>Reconfiguración del terreno y revegetación |
|        | Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación             | Reconfiguración del terreno y revegetación  |
|        | Construcción de componentes auxiliares   | Desmantelamiento de estructuras y retiro de equipos<br>Reconfiguración del terreno y revegetación       |

#### 4.1.3. Interacción entre actividades del proyecto y componentes ambientales susceptibles

Identificadas las actividades del Proyecto y los componentes ambientales susceptibles, se ha elaborado una matriz de interacción para identificar los impactos potenciales que se derivarán de las actividades de desarrollo del Proyecto.

La definición de Impacto Ambiental empleada en este estudio se refiere al producto de una interacción de una actividad con uno o varios elementos o procesos del ambiente la cual origina sobre este último un cambio significativo o no. Los cambios observados en el elemento o procesos también podríamos denominarlos efectos

ambientales, cuya importancia a sido determinado a través de un esquema de evaluación el cual establece cuán trascendente es éste para la sostenibilidad ambiental del Proyecto.

#### **4.2. Evaluación y valoración del impacto ambiental**

La evaluación de impactos consistió en definir los atributos a evaluar en cada uno de los impactos a analizar y la asignación de una escala relativa de valores para cada uno de estos atributos. A continuación, se describe el proceso desarrollado.

Tomando como referencia los posibles impactos identificados y las actividades a desarrollarse en el proyecto, por lo que se realiza la evaluación correspondiente para cualquier pequeño minero o minero artesanal.

A continuación, se presenta la evaluación ambiental asumiendo valores mínimos intermedios y máximos con carácter positivo y carácter negativo.

Tabla 24

Matriz de valoración de impactos para la etapa de construcción

| Impacto Identificado              | Proceso/ Etapa  | Actividad   | N | I | N | E | X | M | O | P | E | R | V | S | I | A | C | E | F | P | R | M | C | I   |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| Afectación de la calidad del aire | Todos los componentes                                     | Transporte de equipos, materiales y personal  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   | Construcción de dos (02) depósitos de relaves             | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves | Montaje de estructuras y equipos  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   |   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   |   | Montaje de estructuras e instalaciones varias   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   |   | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   |   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y construcción de cunetas   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   |   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y conformación de la plataforma   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   |   | Montaje de estructuras y equipos  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   |   | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                   |   | Movimiento de tierras y nivelación del terreno para la conformación de la plataforma y estructuras de manejo de aguas | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |

| Impacto Identificado                             | Proceso/ Etapa   | Actividad   | N   | I | N | E | X | M | O | P | E | R | V | S | I | A | C | E | F | P | R | M | C | I   |     |     |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|
| Incremento de los niveles de ruido y vibraciones | Construcción de componentes auxiliares   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | -   | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |     |     |
|  |  | Montaje de equipos y estructuras  | -   | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1   | -19 |     |
|  |  | Transporte de equipos, materiales y personal  | -   | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1   | -19 |     |
|  | Construcción de dos (02) depósitos de relaves                                    | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | -   | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1   | -19 |     |
|  |  | Montaje de estructuras y equipos  | -   | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1   | -19 |     |
|  |  | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | -   | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1   | -19 |     |
|  | Incremento de los niveles de ruido y vibraciones                                 | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves   | Montaje de estructuras e instalaciones varias                                 | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1   | -19 |     |
|  |  |   | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1   | 1   | -19 |
|  |  |   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y construcción de cunetas       | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1   | 1   | -19 |
|  | Incremento de los niveles de ruido y vibraciones                                 | Construcción de Columnas de carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado                          | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y conformación de la plataforma | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1   | -19 |     |
|  |  |   | Montaje de estructuras y equipos  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1   | 1   | -19 |
|  |  |   | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1   | 1   | -19 |
| Incremento de los niveles de ruido y vibraciones | Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación | Movimiento de tierras y nivelación del terreno para la conformación de la plataforma y estructuras de manejo de aguas | -   | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |     |     |

| Impacto Identificado            | Proceso/ Etapa   | Actividad   | N | I | N | E | X | M | O | P | E | R | V | S | I | A | C | E | F | P | R | M | C | I   |
|---------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| Afectación al Suelo por erosión | Construcción de componentes auxiliares   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                 | Todos los componentes  | Montaje de equipos y estructuras  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                 | Construcción de dos (02) depósitos de relaves  | Transporte de equipos, materiales y personal  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                 | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves                                    | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                 | Acondicionamiento de pozas de lixiviación  | Montaje de estructuras y equipos  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                 | Construcción de Columnas de carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                 | Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación             | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                 |  | Montaje de estructuras y equipos  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                 |  | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|                                 |  | Movimiento de tierras y nivelación del terreno para la conformación de la plataforma y estructuras de manejo de aguas | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | -19 |



| Impacto Identificado                           | Proceso/ Etapa   | Actividad   | N | I | N | E | X | M | O | P | E | R | V | S | I | A | C | E | F | P | R | M | C | I   |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| Afectación de la flora terrestre               | Construcción de componentes auxiliares   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación                   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|  | Acondicionamiento de pozas de lixiviación  | Montaje de equipos y estructuras  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 |
|  | Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -21 |
| Afectación de la fauna por generación de ruido | Todos los componentes  | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -21 |
|  | Construcción de dos (02) depósitos de relaves                                    | Transporte de equipos, materiales y personal                                  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
| Afectación de la fauna por generación de ruido | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves                        | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación                   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
|  | Acondicionamiento de pozas de lixiviación  | Montaje de estructuras y equipos  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
|  | Construcción de Columnas de  | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación                   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
|  |  | Montaje de estructuras e instalaciones varias                                 | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
|  |  | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
|  | Construcción de Columnas de  | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y construcción de cunetas       | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
|  | Construcción de Columnas de  | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y conformación de la plataforma | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |

| Impacto Identificado   | Proceso/ Etapa  | Actividad   | N | I | N | E | X | M | O | P | E | R | V | S | I | A | C | E | F | P | R | M | C | I   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado                 |   | Montaje de estructuras y equipos  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
|  |   | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   |
| Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación |   | Movimiento de tierras y nivelación del terreno para la conformación de la plataforma y estructuras de manejo de aguas | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
|  |   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   |
| Construcción de componentes auxiliares   |   | Montaje de equipos y estructuras  | - | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 |
|  |   | Transporte de equipos, materiales y personal  | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   |
| Construcción de dos (02) depósitos de relaves                                    |   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | +22 |
|  |   | Montaje de estructuras y equipos  | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   |
| Generación de Empleo   | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | +22 |
|  |   | Montaje de estructuras e instalaciones varias   | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   |
|  | Acondicionamiento de pozas de lixiviación                 | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | +22 |
|  |   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y construcción de cunetas   | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1   |
| Construcción de Columnas de  |   | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y conformación de la plataforma   | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | +22 |
|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |

| Impacto Identificado | Proceso/ Etapa   | Actividad   | N   | IN | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | I   |
|----------------------|--|---|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|                      | carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado                 | Montaje de estructuras y equipos  | + 1 | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 4  | NA | +22 |
|                      | Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación | Desbroce y retiro de suelo orgánico   | + 1 | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 4  | NA | +22 |
|                      | Construcción de componentes auxiliares   | Movimiento de tierras y nivelación del terreno para la conformación de la plataforma y estructuras de manejo de aguas | + 1 | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 4  | NA | +22 |
|                      |  | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación   | + 1 | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 4  | NA | +22 |
|                      |  | Montaje de equipos y estructuras  | + 1 | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 4  | NA | +22 |

Notas: Naturaleza (N), Intensidad (IN), Extensión (EX), Momento (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR), Recuperabilidad (MC), Importancia (I)

NA: Casos en los que no aplica o cuando no se tiene un impacto



En la tabla 24 se puede observar que los resultados de las actividades a desarrollarse generarán impactos negativos al medio ambiente, teniendo como consecuencia lo siguiente: afectación de la calidad del aire, incremento de los niveles de ruido y vibraciones, afectación al suelo por erosión, afectación de la flora terrestre y afectación de la fauna por generación de ruido; sin embargo, los valores obtenidos no superan el valor de -25, para la matriz de calificación en la etapa construcción; por lo tanto, de acuerdo a la clasificación de importancia, estas actividades se consideran como impactos No Significativos.

Por lo que, la empresa deberá proponer medidas de manejo, a fin de prevenir y minimizar la afectación del medio ambiente.

Por otro lado, en el aspecto socio económico se tiene como resultado un impacto positivo, teniendo un valor de +22, toda vez que estas actividades generarán empleo para un grupo de habitantes de la zona Rinconada y Ananea.



## CONCLUSIONES

- La identificación de los impactos ambiental permite determinar las actividades de los pequeños mineros y mineros artesanales.
- La evaluación ambiental permite valoración de los impactos identificados ocasionados por la actividad de la minería artesanal y pequeña minería.
- La evaluación ambiental permite la verificación in situ, de la documentación, protocolos, directrices y otros, que permitan el funcionamiento eficiente y eficaz de la empresa y/o el proyecto minero.
- La evaluación ambiental en el futuro no solo se dedicará a la Preservación del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible, sino también a la formación de profesionales por parte de las universidades.



## RECOMENDACIONES

- Aplicar la valoración de aspectos ambientales a otros procesos de la pequeña minería, ya que, a pesar de no estar sobre del alcance, puede generar riesgos de contaminación.
- Proponer un Plan de gestión Ambiental y Social en minería a pequeña escala donde se realiza actividades mineras informales y planear los monitoreos ambientales participativos y relaciones comunitarias.
- Dar a conocer a la alta dirección de la empresa los resultados de la identificación y valoración de aspectos y riesgos ambientales para la implementación de medidas de control de los Aspectos Ambientales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andia, C. E. J. (2018). *Propuesta de implementación de mejora al proceso de aprobación de la certificación ambiental para contribuir en la disminución de la informalidad minera, Arequipa, Perú 2016* (Universidad Continental). Universidad Continental, Lima, Perú. Recuperado de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4620/1/INV\\_PG\\_MGP\\_TE\\_Andia\\_Concha\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4620/1/INV_PG_MGP_TE_Andia_Concha_2018.pdf)
- Apraez, G. J. A. (2021). *Organizaciones solidarias mineras y formalización de la minería artesanal y de pequeña escala. La experiencia de la Asociación Agrominera de Los Andes Fortaleza, municipio de los Andes, departamento de Nariño, Colombia, Periodo 2014 - 2019* (Pontificia Universidad Javeriana). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/53893/JohnApraez%2CMDR%2CDocumento%20final%20trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Arellano, D. J., y Guzmán, P. J. E. (2011). *Ingeniería ambiental*. México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Buezo, M. D. L. (2005). *La minería artesanal de oro en el Perú vista desde un enfoque organizacional* (Pontificia Universidad Católica del Perú). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/95/BUEZO\\_DE\\_MANZANEDO\\_DURAN\\_LUIS\\_MINERIA\\_ARTESANAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/95/BUEZO_DE_MANZANEDO_DURAN_LUIS_MINERIA_ARTESANAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CENAQUIMP. (2014). *EIASd Proyecto Planta de Tratamiento de Relaves Orampillo*. Lima: CENAQUIMP Rinconada & Cerro Lunar. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/66644621/Capitulo-i-Resumen-Ejecutivo-Oramp>
- CEPAL, y OIT. (2018). *Coyuntura laboral en América Latina y el Caribe* (N.º 19). Santiago. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44185/1/S1800886\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44185/1/S1800886_es.pdf)
- Chaparro, Á. E. (2000). *La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial* (División Recursos Naturales e Infraestructura, Ed.). CEPAL.

- Conesa, F. V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (2a ed.). Madrid: Editorial MUNDI-PRENSA.
- Cuentas, A. M. S. (2009). *Evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por la actividad minera en la Rinconada Puno* (Universidad de Piura). Universidad de Piura, Piura, Perú. Recuperado de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1482/MAS\\_GAA\\_007.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1482/MAS_GAA_007.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cuentas, A. M., y Velarde, O. J. (2011). Evaluación del uso de mercurio en los procesos de amalgación de oro en quimbaletes y molinos en La Rinconada - Puno. *ECIPERU*, 2, 66-70.
- Curi, P. M. M. (2018). *La auditoría ambiental y la gestión de las empresas del sector minero de las regiones Junín y Cajamarca 2016-2017* (Universidad San Martín de Porres). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú. Recuperado de [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4097/curi\\_pmm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4097/curi_pmm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Espinoza, A. N., y Salazar, C. J. D. (2012). *Evaluación de impacto ambiental para la viabilidad y ejecución del proyecto minero Kaswa de la sociedad minera de responsabilidad limitada Lúcumá Dorada-Ticrapo-Castrovirreyna-Huancavelica* (Universidad Nacional de Huancavelica). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/583>
- García, Y. C. S. (2019). *Estudio de factibilidad para la exportación de oro en una compañía minera artesanal ubicada en la provincia de Palma año 2019* (Universidad Ricardo Palma). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Recuperado de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2833/T030\\_72654293\\_TGARCIA YARIHUAMAN CHAVELY SOLANGE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2833/T030_72654293_TGARCIA_YARIHUAMAN_CHAVELY_SOLANGE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Glave, M., y Kuramoto, J. (2001). Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en Perú. En G. de A. para el Desarrollo (Ed.), *Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en América del Sur* (pp. 529-591). Lima: GRADE. Recuperado de [https://intranetua.uantof.cl/crea/cguerra/pdf/otros/j\\_peru.pdf](https://intranetua.uantof.cl/crea/cguerra/pdf/otros/j_peru.pdf)



- Gobierno Regional Puno. (2013). *Plan regional de acción ambiental Puno*. Puno. Recuperado de <https://www.regionpuno.gob.pe/descargas/planes/2014-PLAN-REGIONAL-DE-ACCION-AMBIENTAL-PUNO-2014-AL-2021.pdf>
- González, T. M. A. (2019). *Modelo de sostenibilidad de la minería artesanal de oro para el desarrollo local del distrito de Chala, Arequipa* (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/TE0337.pdf>
- González, R. A. M. (2008). *Diseño de la metodología para la identificación de pasivos ambientales mineros en Colombia* (Universidad Nacional de Colombia). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70283/43498217.2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Goyzueta, G., y Trigos, C. (2009). Riesgos de salud pública en el centro poblado minero artesanal La Rinconada (5200 msnm) en Puno, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26, 41-44.
- INEI. (2011). *Encuesta demográfica y de salud familiar*. Lima: INEI. Recuperado de INEI website: <https://dhsprogram.com/pubs/pdf/FR269/FR269.pdf>
- INEI. (2018). *Censos de población y vivienda - Resultados definitivos*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1544/00TOMO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1544/00TOMO_01.pdf)
- INGEMET. (2011). *Memoria sobre la geología económica de la Región de Puno: Proyecto GE 33 «Metalogenia y geología económica por regiones»*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMET. Recuperado de [http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/2011\\_ge33\\_memoria\\_geologia\\_economica\\_puno.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/2011_ge33_memoria_geologia_economica_puno.pdf)
- Ipenza, P. C. A. (2013). *Manual para entender la pequeña empresa minería y la minería artesanal y los decretos legislativos vinculados a la minería ilegal* (3a ed.). Lima: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - SPDA.
- Kuramoto, J. (2001). *La minería artesanal e informal en el Perú*. England: IIED.

Recuperado de <https://pubs.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/G00731.pdf>

Kuramoto, J., y Glave, M. (2007). La minería peruana: lo que sabemos y lo que aún nos falta saber. En *Investigación, políticas y desarrollo en el Perú* (pp. 134-181). Lima: GRADE.

Lagos, G., Blanco, H., Torres, V., y Bustos, B. (2002). Minería, minerales y desarrollo sustentable en Chile. En *Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en América del Sur* (pp. 340-440). Chile: Equipo MMSD América del Sur.

Ley N 27651. *Ley N 27651 - Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal.*, (2002). Perú: Diario Oficial El Peruano.

Linares, B. J. C. A. (2020). *Modelo de gestión de la minería artesanal y de pequeña escala basada en asociatividad, llamada Red* (Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12073/UPlibejc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Loayza, A. E. J. (2017). *Diseño e implementación del plan de manejo ambiental para el mejoramiento de la producción de oro y prevenir la contaminación de la pequeña minería y minería artesanal en la Concesión Taipe Ira Rima* (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6395/Loayza\\_ae.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6395/Loayza_ae.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lobato, F. A. L. (2013). *Evaluación ambiental y programas de remediación de la cuenca alta del río Ramis* (Universidad Nacional de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1079>

Luna, M. H. M. (2018). *Auditoria ambiental de certificación del sistema de gestión que permita su cumplimiento en la compañía minera Casapalca S.A.* (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, Perú. Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/517/1/TESIS HAROLD MANUEL>

LUNA MARTEL .pdf

- MACROCONSULT. (2012). *Impacto económico de la minería en el Perú*. Magdalena del Mar: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía.
- MINAM. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio*. Lima: Ministerio del Ambiente. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/11884/Publicaciones-4.-Texto-de-consulta-Módulo-4.pdf>
- MINEM. (1998). *Evaluación ambiental territorial de las Zonas Auríferas de Puno*. Lima. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/publicaciones/evats/puno/puno.pdf>
- Obando, A., y Tomaya, M. (1999). *El proyecto Mollehuanca: Mesa redonda sobre Gestión Ambiental en la Minería Artesanal* (Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación, Ed.). Lima: Proyecto GAMA.
- OIT. (2018). *Estrategia del programa de referencia IPEC+ de la OIT: Programa Internacional para la erradicación del trabajo infantil y del trabajo forzoso*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo. Recuperado de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_norm/@ipec/documents/publication/wcms\\_633420.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@ipec/documents/publication/wcms_633420.pdf)
- Olaru, M., Şandru, M., y Pirnea, I. C. (2014). Monte Carlo Method Application for Environmental Risks Impact Assessment in Investment Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, 940-943. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.568>
- Orihuela, S. L. A. (2019). *la responsabilidad social y ambiental de la industria minera en el Perú: Caso Minera Barrick Misquichilca - Pierina* (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11331/Orihuela\\_sl.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11331/Orihuela_sl.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Osinermin. (2007). *Panorama de la Minería en el Perú*. Lima: Organismo Supervisor

- de la Inversión en Energía y Minería. Recuperado de [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Libro\\_Panorama\\_de\\_la\\_Mineria\\_en\\_el\\_Peru.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro_Panorama_de_la_Mineria_en_el_Peru.pdf)
- Pantoja, C. D. (2016). *Diseño de protocolo de gestión y planificación ambiental para servicios de inspecciones en faenas mineras* (Universidad de Chile). Universidad de Chile, Santiago, Chile. Recuperado de <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/PantojaDennise.pdf>
- Percca, R. M. N. (2021). *Estructura minera exportadora del Perú y el crecimiento económico* (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/298/Percca\\_rm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/298/Percca_rm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Quirós, R. F. D., y Gabriel, C. Y. A. (2020). *Implementación del instrumento de gestión ambiental para la formalización de actividades de la mina nivel 2 Nueva Esperanza Trinidad Cajabamba 2020* (Universidad Privada del Norte). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado de [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24487/QuirósRodríguez%2C Francisco Daniel - Gabriel Curse%2C Yeison Alexander.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24487/QuirósRodríguez%2C%20Francisco%20Daniel%20-%20Gabriel%20Curse%2C%20Yeison%20Alexander.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
- Romero, M. K., Pachas, V. H., Zambrano, G., y Guarniz, Y. (2005). *Formalización de la minería en pequeña escala en América Latina y el Caribe: un análisis de experiencias en el Perú* (CooperAcción, Ed.). Lima: Ediciones Nova Print SAC. Recuperado de <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/25877/121463.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santillana, S. M. E. (2006). *La importancia de la actividad minera en la economía y sociedad peruana*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL.
- SENACE. (2007). *Manual para la evaluación de estudio de impacto ambiental detallado (EIA-d) Minería* (Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las inversiones Sostenibles, Ed.). Lima: Ministerio del Ambiente. Recuperado de

- <http://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2020/01/manual-mineria-mhk3.pdf>
- Soto, V. J. M. (2015). *Aplicación del instrumento de gestión ambiental correctivo en el proceso extraordinario de formalización minera en el departamento de Puno, en el periodo 2012-2014* (Universidad Nacional del Altiplano Puno). Universidad Nacional del Altiplano Puno, Puno, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9577>
- Torres, C. O. (2017). *Determinación de aspectos y riesgos ambientales generados por una empresa extractora de mineral U.E.A. Exploraciones Andinas S.A.C. Puquio, Lucanas, Ayacucho* (Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5967/AMtoroo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ugaz, M. S. A. (2009). *Exportación de cobre y su impacto en la economía del Perú 2000 - 2007* (Universidad de San Martín de Porres). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú. Recuperado de [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/343/ugaz\\_ms.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/343/ugaz_ms.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Uscuchagua, C. M. D. (2016). *Optimización de metodologías de evaluación de impacto ambiental del sector minero en las regiones Junín, Pasco y Huánuco* (Universidad Nacional del Centro del Perú). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4585/Uscuchagua C..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- USDA. (2010). *Claves para la Taxonomía de Suelos* (11va ed.). México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Servicio de Conservación de Recursos Naturales - USDA.
- Villas, R., y Aranibar, A. M. (2003). *Pequeña minería y minería artesanal en iberoamérica*. Rio de Janeiro: CETEM.



## ANEXOS

### Anexo 1. Resultado del monitoreo In Situ







| PARAMETROS  | Unidades                            | (ECA-AGUA) | AS-1    | AS-2                  | AS-3                 | AS-4                 |
|---|-------------------------------------|------------|---------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>FISICOQUIMICOS</b>                             |                                     |            |         |                       |                      |                      |
| *Conductividad (medición en campo)                | μS/cm                               | ≤5000      | 1227    | 1200                  | 357.5                | 550.7                |
| Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | mg/L                                | ≤15        | < 2.0   | 4.55                  | < 2.0                | < 2.0                |
| Nitratos  | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N mg/L | 50         | 3.920   | 4.135                 | 6.894                | 2.702                |
| Sulfatos  | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>       | 500        | 579.46  | 480.0                 | 118.92               | 207.84               |
| *pH (medición en campo)                           | Unid. pH                            | 6.5 – 8.4  | 3.49    | 4.80                  | 5.05                 | 5.72                 |
| <b>INORGANICOS</b>                                |                                     |            |         |                       |                      |                      |
| Plata (Ag)  | mg/L                                | 0.05       | <0.000  | <0.0005               | <0.0005              | <0.0005              |
| Aluminio (Al)                                     | mg/L                                | 5          | 22.748  | 22.597                | 3.776                | 2.335                |
| Arsénico (As)                                     | mg/L                                | 0.1        | 0.224   | 0.254                 | 0.013                | 0.006                |
| Boro (B)  | mg/L                                | 5          | <0.003  | <0.003                | 0.009                | 0.011                |
| Bario (Ba)  | mg/L                                | -          | 0.013   | 0.022                 | 0.017                | 0.021                |
| Calcio (Ca)                                       | mg/L                                | -          | 76.739  | 76.546                | 24.323               | 62.744               |
| Cadmio (Cd)                                       | mg/L                                | 0.01       | 0.019   | 0.017                 | 0.003                | <0.0004              |
| Cobalto (Co)                                      | mg/L                                | 1          | 0.388   | 0.358                 | 0.102                | 0.065                |
| Cobre (Cu)  | mg/L                                | 0.5        | 0.113   | 0.104                 | 0.015                | 0.009                |
| Hierro (Fe)                                       | mg/L                                | 1          | 43.868  | 39.438                | 1.454                | 0.750                |
| Mercurio (Hg)                                     | mg/L                                | 0.001      | 0.003   | 0.029                 | <0.001               | <0.001               |
| Litio (Li)  | mg/L                                | 2.5        | 0.149   | 0.143                 | 0.037                | 0.031                |
| Magnesio (Mg)                                     | mg/L                                | 150        | >20     | >20                   | 8.302                | 19.036               |
| Manganeso (Mn)                                    | mg/L                                | 0.2        | 4.016   | 3.710                 | 2.342                | 0.896                |
| Sodio (Na)  | mg/L                                | -          | 12.016  | 24.179                | 8.974                | 10.683               |
| Níquel (Ni)                                       | mg/L                                | 0.2        | 0.921   | 0.839                 | 0.237                | 0.107                |
| Plomo (Pb)  | mg/L                                | 0.05       | 0.064   | 0.072                 | 0.008                | 0.007                |
| Selenio (Se)                                      | mg/L                                | 0.05       | <0.003  | <0.003                | <0.003               | <0.003               |
| Zinc (Zn)   | mg/L                                | 24         | 3.138   | 2.896                 | 0.713                | 0.235                |
| Cianuro WAD                                       | mg/L                                | 0,1        | < 0.006 | < 0.006               | < 0.006              | < 0.006              |
| <b>ORGÁNICOS</b>                                  |                                     |            |         |                       |                      |                      |
| Aceites y grasas (HEM)                            | mg/L                                | 1          | < 1.0   | < 1.0                 | < 1.0                | < 1.0                |
| *Oxígeno Disuelto OD (medición en campo)          | mg / L                              | > 5        | 3.47    | 3.34                  | 3.11                 | 4.81                 |
| <b>BIOLÓGICOS</b>                                 |                                     |            |         |                       |                      |                      |
| Numeración de Coliformes Fecales <sup>(2)</sup>   | NMP /100mL                          | 1000       | < 1.8   | 79 x 10 <sup>1</sup>  | 2                    | 49 x 10 <sup>1</sup> |
| Numeración de Coliformes Totales                  | NMP /100mL                          | 5000       | < 1.8   | 130 x 10 <sup>1</sup> | 33 x 10 <sup>1</sup> | 70 x 10 <sup>1</sup> |

## Anexo 2. Metodología de ensayo







| ENSAYO  | METODO   | LD                 | UNIDADES                              |
|---|--|--------------------|---------------------------------------|
| Aceites y grasas (HEM)  | EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry. 2010 | 1.00               | mg/L                                  |
| Cianuro WAD   | SM 4500-CN <sup>-</sup> I, E. Cyanide. Weak Acid Dissociable Cyanide/Colorimetric Method.  | 0.006              | mg/L                                  |
| Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )   | SM 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.  | 2.0                | mg/L                                  |
| Nitratos  | SM 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.   | 0.03               | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L |
| Sulfatos  | SM 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E. Sulfate. Turbidimetric Method.  | 1.00               | SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mg/L     |
| *Conductividad (medición en campo)  | SM 2510 B. Conductivity. Laboratory Method.  | 1.0                | μS/cm                                 |
| *pH (medición en campo)   | SM 4500 H <sup>+</sup> B. pH Value. Electrometric Method   | ---                | Unid. pH                              |
| *Oxígeno Disuelto (medición en campo)   | SM 4500-O G. Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method. 2012   | 0.47               | O <sub>2</sub> mg / L                 |
| *Metales totales (Aluminio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Cobalto, Cobre, Calcio, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Niquel, Selenio, Plata, | EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994                                      | ----               | mg/L                                  |
| Numeración de Coliformes Fecales  | SM 9221 E. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group.  | 1.8 <sup>(a)</sup> | NMP /100mL                            |
| Numeración de Coliformes Totales  | SM 9221 B. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform  | 1.8 <sup>(a)</sup> | NMP /100mL                            |
| Fitoplancton  | SM 10200-F (ítems: F.2.a y F.2.c.1). Plankton. Phytoplankton Counting Techniques.  | 1                  | Cel/mL                                |
| Zooplancton   | SM 10200-G. Plankton. Zooplankton Counting Techniques.   | 1                  | Org/L                                 |



**Anexo 3.** Especies de flora registrados en el área

|   |  |
|---|--|
| <p>Fam Poaceae. Calamagrostis vicunarum<br/>"Crespillo"</p>                         | <p>Fam Poaceae. Stipa ichu "Ichu"</p>  |
|    |    |
| <p>Fam Poaceae. Festuca dolichophylla<br/>"Ichu"</p>                                | <p>Fam Poaceae. Aciachne pulvinata<br/>"Pacupacu"</p>                                |
|   |   |
| <p>Fam Poaceae. Poaceae sp</p>  | <p>Fam Poaceae. Mulehbergia sp<br/>"Pasto"</p>                                       |
|  |  |
| <p>Fam Juncaceae Distichia muscoides<br/>"Champa"</p>                               | <p>Fam Asteraceae Baccharis incarum<br/>"Ninriyuc tola"</p>                          |

|  |   |
|--|---|
|  |   |
| <p>Fam Asteraceae Belloa sp</p>                    | <p>Fam Asteraceae Belloa sp</p>                         |
|  |   |
| <p>Fam Asteraceae Chersodoma sp</p>                | <p>Fam Fabaceae Astragalus sp<br/>"garbancillo"</p>     |
|  |   |
| <p>Fam Fabaceae Lupinus sp<br/>"Lupino blanco"</p> | <p>Fam Gentianaceae Gentiana sedifolia<br/>"P'enqa"</p> |
|  |   |

|   |  |
|---|--|
|    |    |
| Fam Caryophyllaceae <i>Pycnophyllum molle</i><br>"Yaretilla"                        | Fam Cactaceae <i>Opuntia floccosa</i><br>"Huarajo"                                   |
|   |   |
| Fam Loasaceae <i>Caiophora cirsiifolia</i><br>"Ortiga hembra"                       | Fam Rosaceae <i>Alchemilla pinnata</i><br>"Sillu sillu"                              |
|  |  |

Anexo 4. Matriz de causa efecto – etapa de construcción

| Proceso/Etapa                 | Todos los componentes | Construcción de dos (02) depósitos de relaves               |                                  | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves   |   | Acondicionamiento de pozas de lixiviación |   | Construcción de Columnas de carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado |                                  | Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación |  |
|-------------------------------|-----------------------|---|----------------------------------|---|---|---|---|--|----------------------------------|--|--|
|                               |                       | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación | Montaje de estructuras y equipos | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y cimentación | Montaje de estructuras e instalaciones varias | Desbroce y retiro de suelo orgánico       | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y construcción de cunetas | Movimiento de tierras, nivelación del terreno y conformación de la plataforma                | Montaje de estructuras y equipos | Desbroce y retiro de suelo orgánico  | Movimiento de tierras y nivelación del terreno para la conformación de la plataforma |
| Calidad del Aire              | -                     | -   | -                                | -   | -   | -   | -   | -  | -                                | -  | -  |
| Ruido Ambiental               | -                     | -   | -                                | -   | -   | -   | -   | -  | -                                | -  | -  |
| Cantidad de Agua Superficial  | NA                    | NA  | NA                               | NA  | NA  | NA  | NA  | NA   | NA                               | NA   | NA   |
| Cantidad del Agua Superficial | NA                    | NA  | NA                               | NA  | NA  | NA  | NA  | NA   | NA                               | NA   | NA   |
| Cantidad de Agua Subterránea  | NA                    | NA  | NA                               | NA  | NA  | NA  | NA  | NA   | NA                               | NA   | NA   |
| Calidad del Agua Subterránea  | NA                    | NA  | NA                               | NA  | NA  | NA  | NA  | NA   | NA                               | NA   | NA   |
| Suelos                        | R                     | -   | -                                | -   | -   | -   | -   | -  | -                                | -  | -  |
| Flora Terrestre               | NA                    | NA  | NA                               | NA  | NA  | NA  | NA  | NA   | NA                               | NA   | NA   |
| Fauna Terrestre*              | -                     | -   | -                                | -   | -   | -   | -   | -  | -                                | -  | -  |
| Hidrobiología                 | NA                    | NA  | NA                               | NA  | NA  | NA  | NA  | NA   | NA                               | NA   | NA   |
| Generación de empleo          | +                     | +   | +                                | +   | +   | +   | +   | +  | +                                | +  | +  |
| Arqueología                   | NA                    | NA  | NA                               | NA  | NA  | NA  | NA  | NA   | NA                               | NA   | NA   |

Notas:  
Una celda de azul significa que la actividad podría generar un impacto sobre el componente ambiental.  
El signo hace alusión a impacto positivo o negativo  
R: Riesgo  
NA significa que no se espera un impacto sobre el componente ambiental.  
\* Se refiere principalmente a aves  
Elaborado por: Yaku Consultores

**Anexo 5.** Matriz de causa efecto – etapa de operación

| Proceso/Etapa                | Construcción de dos (02) depósitos de relaves | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves | Acondicionamiento de pozas de lixiviación | Construcción de Columnas de carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado | Acondicionamiento de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación |
|------------------------------|---|---|---|--|--|
| <b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>  |   |   |   |  |  |
| Calidad del Aire             | NA  | NA  | -   | -  | -  |
| Ruido Ambiental              | -   | NA  | -   | -  | -  |
| Cantidad de Agua Superficial | NA  | NA  | NA  | NA   | NA   |
| Calidad del Agua Superficial | NA  | NA  | NA  | NA   | NA   |
| Cantidad de Agua Subterránea | NA  | NA  | NA  | NA   | NA   |
| Calidad del Agua Subterránea | NA  | NA  | NA  | NA   | NA   |
| Suelos                       | NA  | NA  | NA  | NA   | NA   |
| Flora Terrestre              | NA  | NA  | NA  | NA   | NA   |
| Fauna Terrestre*             | -   | NA  | -   | -  | -  |
| Hidrobiología                | NA  | NA  | NA  | NA   | NA   |
| Generación de empleo         | NA  | NA  | NA  | NA   | NA   |
| Arqueología                  | NA  | NA  | NA  | NA   | NA   |

Anexo 6. Matriz de causa efecto - etapa de cierre

| Proceso/Etapa                | Construcción de una (01) planta de tratamiento de relaves |  | Acondicionamiento de pozas de lixiviación |  | Construcción de dos (02) depósitos de relaves | Construcción de Columnas de carbón activado y Sección de despacho de carbón activado cargado |  | Acondicionamiento o de una (01) plataforma de recepción del material y acumulación |
|------------------------------|---|--|---|--|---|--|--|--|
|                              | Desmantelamiento de estructuras y retiro de equipos       | Reconfiguración del terreno y revegetación | Retiro de equipos y estructuras           | Reconfiguración del terreno y revegetación |   | Desmantelamiento de estructuras y retiro de instalaciones                                    | Reconfiguración del terreno y revegetación |  |
| Calidad del Aire             | -   | -  | -   | -  | -   | -  | -  | -  |
| Ruido Ambiental              | -   | -  | -   | -  | -   | -  | -  | -  |
| Cantidad de Agua Superficial | NA  | NA   | NA  | NA   | NA  | NA   | NA   | NA   |
| Calidad del Agua Superficial | NA  | NA   | NA  | NA   | NA  | NA   | NA   | NA   |
| Cantidad de Agua Subterránea | NA  | NA   | NA  | NA   | NA  | NA   | NA   | NA   |
| Calidad del Agua Subterránea | NA  | NA   | NA  | NA   | NA  | NA   | NA   | NA   |
| Suelos                       | NA  | +  | NA  | +  | +   | NA   | +  | +  |
| Flora Terrestre              | NA  | +  | NA  | +  | +   | NA   | +  | +  |
| Fauna Terrestre *            | -   | +  | -   | +  | +   | -  | +  | +  |
| Hidrobiología                | NA  | NA   | NA  | NA   | NA  | NA   | NA   | NA   |
| Generación de empleo         | NA  | NA   | NA  | NA   | NA  | NA   | NA   | NA   |
| Arqueología                  | NA  | NA   | NA  | NA   | NA  | NA   | NA   | NA   |