



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA E**

### **INGENIERÍA METALÚRGICA**

#### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

##### **METALÚRGICA**



**MEJORA EN LA RECUPERACION DE ORO DE RELAVES DEL  
PROCESO METALÚRGICO POR TRAPICHE EN LA PLANTA DE  
BENEFICIO EL MANTO-RINCONADA –PUNO.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. EDGAR RUBEN MAMANI TIPO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO METALURGISTA**

**PUNO - PERÚ**

**2020**



NOMBRE DEL TRABAJO

**MEJORA EN LA RECUPERACIÓN DE ORO  
DE RELAVES**

AUTOR

**EDGAR RUBEN MAMANI TIPO**

RECuento DE PALABRAS

**15869 Words**

RECuento DE CARACTERES

**85335 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**83 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**5.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 4, 2023 6:50 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 4, 2023 6:51 AM GMT-5**

● **5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

  
Dr. Dante A. Salas Avila  
INGENIERO METALURGISTA  
C.I.P. N° 55075

  
Dra. Darssy Argélida Carpio Ramos  
Directora de la Unidad de Investigación  
EPIM

Resumen



## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a dios en primer lugar y a mis padres; a mi padre y a la memoria de mi madre. Que desde el cielo me da fuerzas para seguir luchando juntos con mis hermanos(as) por su apoyo incondicional.*

***Edgar Ruben Mamani Tipo***



## AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, mi alma mater a los docentes de la escuela profesional de ingeniería metalúrgica a mis compañeros, amigos y familiares.*

*En especial a mi asesor, **Ing. Dr. Dante Salas Ávila**, por su cordial disposición a brindarme en la asesoría para la presente tesis; mostrando su interés y apoyo incondicional en mi desarrollo profesional.*

***Edgar Ruben Mamani Tipo***



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 PROBLEMA GENERAL.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>19</b>
<b>1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>19</b>
<b>1.7 HIPÓTESIS .....</b>	<b>19</b>
1.7.1 Hipótesis General.....	19
1.7.2 Hipótesis Específico .....	19
<b>1.8 MARCO LEGAL .....</b>	<b>19</b>
1.8.1 Normatividad Fundamental .....	19
1.8.2 El convenio de Minamata .....	21
1.8.3 Gestión Ambiental .....	22



1.8.4	Sistema nacional de gestión ambiental ley N° 28245.....	22
1.8.5	Ley del sistema nacional de gestión ambiental; <b>Error! Marcador no definido.</b>	
1.8.6	Ley de formalización de promoción de la pequeña minería y minería artesanal (ley N°27651).....	23
1.8.7	Ley general de residuos sólidos (ley N°1272).....	26
<b>1.9</b>	<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>27</b>
1.9.1	Ubicación.....	27
1.9.2	Accesibilidad .....	28
<b>1.10</b>	<b>ESTRATIGRAFÍA LOCAL .....</b>	<b>29</b>
1.10.1	Recurso de Agua e Hidrografía .....	29
1.10.2	Recursos de agua subterránea.....	30
1.10.3	Calidad Del Agua.....	30
1.10.4	Ambiente Biológico.....	30
1.10.5	Ecología y Zonas de Vida.....	30
1.10.6	Páramo Muy Húmedo Subalpino y Subtropical (PMH-SAS). .....	31
1.10.7	Saneamiento Básico.....	31
1.10.8	Energía Eléctrica.....	32
1.10.9	Comercio.....	32
1.10.10	Transporte y Comunicación.....	32
1.10.11	Uso De Recursos Mineros .....	33
1.10.12	Empleo.....	33

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1</b>	<b>ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....</b>	<b>34</b>
------------	-------------------------------------	-----------



2.1.1	Antecedentes internacionales.....	34
2.1.2	Antecedentes nacionales .....	40
2.1.3	Antecedentes Locales .....	41
<b>2.2</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>45</b>
2.2.1	Oro En La Naturaleza .....	45
2.2.2	Caracterización Del Oro .....	45
2.2.3	Cianuración .....	46
2.2.4	Cinética de reacción .....	46
2.2.5	Relave .....	46
2.2.6	Cal .....	46
2.2.7	Fundición .....	46
2.2.8	Refinación .....	47
2.2.9	Ocurrencia Del Oro.....	47
2.2.10	Métodos De Concentración De Minerales Auríferos .....	48
2.2.11	Concentración Gravimétrica .....	48
2.2.12	Concentración En Jig .....	48
2.2.13	Amalgamación .....	49
2.2.14	Amalgamación Batch.....	50
2.2.15	Termodinámica De La Amalgamación.....	51
2.2.16	Propiedades Del Mercurio .....	51
2.2.17	Reactivación Del Mercurio .....	52
2.2.18	Tratamiento De La Amalgama .....	52
2.2.19	Concentración Gravimétrica .....	53
2.2.20	Criterios De Concentración .....	54
2.2.21	Medios Densos.....	54



2.2.22	Método Del Manto Pelicular Fluente.....	54
2.2.23	Concentrador Espiral .....	55
2.2.24	Concentrador Centrifugo Falcón .....	55
2.2.25	Trommel Disgregador.....	56

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1</b>	<b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>57</b>
<b>3.2</b>	<b>PROPÓSITO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>57</b>
<b>3.3</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>57</b>
<b>3.4</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LOS RELAVES.....</b>	<b>57</b>
3.4.1	Relave .....	57
3.4.2	Muestras.....	58
3.4.3	Toma de datos de campo .....	58
<b>3.5</b>	<b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>58</b>
3.5.1	Determinación De Oro.....	58
3.5.2	Muestreo De Relaves .....	58
3.5.3	Muestra: .....	59
3.5.4	Muestreo .....	59
<b>3.6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....</b>	<b>59</b>
3.6.1	EL Proyecto planta De Beneficio el “Manto .....	59
3.6.2	Instalaciones de Procesamiento Y Servicios .....	59
3.6.3	Recepción.....	59
3.6.4	Chancado .....	60
3.6.5	Molino Amalgamador.....	60
3.6.6	Molino.....	61



3.6.7	Fundición y Refinería .....	62
<b>3.7</b>	<b>INSTALACIONES PRINCIPALES Y AUXILIARES .....</b>	<b>62</b>
3.7.1	Planta De Beneficio .....	62
3.7.2	Fuentes De Energía .....	63
3.7.3	Abastecimiento De Agua .....	63
3.7.4	Servicios Auxiliares .....	64
3.7.5	Localización y Disposición Del Depósito De Relaves .....	66
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
<b>4.1</b>	<b>ANÁLISIS.....</b>	<b>69</b>
<b>4.2</b>	<b>ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RELAVES.....</b>	<b>69</b>
4.2.1	Descripción Del Proceso De Cianuración .....	69
4.2.2	Insumos para el Proyecto de lixiviación .....	70
4.2.3	Sistema de seguridad e higiene industrial.....	70
<b>4.3</b>	<b>REACTIVOS.....</b>	<b>72</b>
4.3.1	Cianuro.....	72
4.3.2	Cal.....	72
<b>4.4</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROCESO DE CIANURACIÓN .....</b>	<b>72</b>
4.4.1	Consideraciones .....	72
<b>4.5</b>	<b>IMPACTO OCASIONADO POR OPERACIONES MINERAS .....</b>	<b>73</b>
4.5.1	Impacto Medio Ambiental .....	73
4.5.2	En el ambiente físico.....	73
<b>4.6</b>	<b>RESIDUOS, TRATAMIENTO Y SU ALMACENAMIENTO .....</b>	<b>76</b>
4.6.1	Descripción de la cancha de relaves .....	76
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>77</b>



<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>78</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>

**ÁREA:** Metalurgia extractiva

**TEMA:** Concentración de minerales

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:**15 de enero 2020



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Coordenadas UTM WGS 84 de la planta de beneficio manto.....	28
<b>Tabla 2.</b> Cuadro de distancias a la planta de beneficio Surichata.....	28
<b>Tabla 3.</b> Muestra 1 .....	68
<b>Tabla 4.</b> Muestra 2 .....	68



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 1.</b> Ubicación política por distrito.....	27
<b>Figura N° 2.</b> Chancadora.....	60
<b>Figura N° 3.</b> Área de molinos .....	61
<b>Figura N° 4.</b> Canales de concreto.....	62
<b>Figura N° 5.</b> Tanques de agua.....	64
<b>Figura N° 6.</b> Almacenes .....	65
<b>Figura N° 7.</b> Poza de clarificación .....	66
<b>Figura N° 8.</b> Poza de cianuración.....	70



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>CN</b>	: Cianuro
<b>Au</b>	: Oro
<b>Ag</b>	: Plata
<b>Ge</b>	: Gravedad Especifica
<b>Oz</b>	: Onza
<b>V</b>	: Volumen
<b>cm/min</b>	: Centímetros Por Minuto
<b>IUPAC</b>	: Unión Internacional De Química Pura y Aplicada
<b>EUA</b>	: Agencia De Protección Ambiental
<b>USEPA</b>	: AGENCIA DE PROTECION AMBIENTAL DE, ESTADOS UNIDOS
<b>Lmp</b>	: Límites Máximos Permisibles
<b>%S</b>	: Porcentaje De Solidos
<b>pH</b>	: Medida De Acidez o Alcalinidad De Una Disolución
<b>gr/Tn</b>	: Gramos Por Tonelada
<b>PPM</b>	: Partes Por Millón
<b>gr/L</b>	: Gramos Por Litro



## RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “**Mejora En La Recuperación De Oro De Relaves Del Proceso Metalúrgico Por Trapiche En La Planta De Beneficio El Manto-Rinconada –Puno**”. Se realiza bajo una metodología de tipo descriptivo, basándose en la experiencia y un proceso de corte transversal; además se determina bajo un enfoque cuantitativo con una prueba tomada en los relaves pudiendo esperar resultados muy importantes para poder identificar en el aspecto metalúrgico negativo que afectan el medio ambiente y en el aspecto económico que es la cantidad de minerales que están siendo desechados y buscar nuevos métodos para recuperar económicamente y también mitigar ambientalmente. Y además se demostró que el Perú es una gran potencia de riqueza mineral. Desde que el ser humano descubrió que el cobre que contenían las menas o desmontes podían ser disueltos haciendo correr soluciones acidas o permitiendo que el medio ambiente actuara sobre ellos, han surgido nuevas tecnologías para procesar lo que originalmente se pensó que eran desmontes o minerales que por razones geológicas se consideraba que no era posible tratarlo por algún método convencional. El oro no fue ajeno a la tecnología cuando se descubrió que el oro podía disolverse en una solución que contenía cianuro, los minerales auríferos provenientes de yacimientos diseminados pasaron a formar parte de las reservas de la empresa minera y fue la lixiviación en pilas la tecnología más adecuada para el procesamiento económico de estos minerales.

**Palabras clave:** Material, Oro, Procesamiento, Relave, Valioso.



## ABSTRACT

The research titled of the metallurgical process with traps of the Manto - Rinconada beneficiation plant. being a general objective to determine the characteristics of the stories of the metallurgical process with sugar mills, hypothesizing a general approach that the tailings of the metallurgical process have different characteristics in the negative field as pollutants, and economic with the bad recovery of gold. Whose research work is carried out under a descriptive, experimental methodology and a cross-sectional design; It is also determined under a quantitative approach with a sample taken in the tailings and can expect very important results to be able to identify in the negative metallurgical aspect that affects the environment and in the economic aspect that is the amount of minerals that are being discarded and look for new ones. methods to recover economically and also mitigate environmentally. And in addition, I have found that Peru is a great potential for mineral wealth. Since human beings discovered that the copper contained in ores or waste rock could be dissolved by running acid solutions or allowing the environment to act on them, new technologies have emerged to process what were originally thought to be waste rock or minerals that by for geological reasons it was considered that it was not possible to treat it by any conventional method. Gold was no stranger to technology when it was discovered that gold could be dissolved in a solution containing cyanide, gold minerals from scattered deposits became part of the mining company's reserves, and heap leaching became the most advanced technology. suitable for the economical processing of these minerals.

**Keywords:** Gold, Material, Processing, Tailings, Valuable.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los beneficios de importantes yacimientos de oro en la región noroeste de Puno y la creciente conciencia resultante sobre el impacto ambiental de la recuperación de oro, han llevado a un aumento en la responsabilidad ambiental de las diferentes empresas y la fiscalización por parte de las instituciones públicas, esto conlleva a que las unidades mineras elaboren una evaluación técnica, en donde incluyan aspectos tales como optimización y tecnología y el planteamiento del manejo y recuperación de relaves mineros no descuidando el medio ambiente, el entorno social y económico, desde el inicio del proyecto.

La presente tesis titulada “mejora en la recuperación de oro de relaves del proceso metalúrgico por trapiche en la planta de beneficio el manto-rinconada –puno.”, tiene como propósito caracterizar los relaves del proceso de recuperación de oro a partir de mineral de la zona de rinconada mediante trapiches y que los relaves se consideran totalmente estériles y son transportados de la planta sin ningún beneficio económico. El trabajo se realizó con la finalidad de conocer la ley de oro en los relaves y que nos permita realizar una operación metalúrgica y recuperar oro para el beneficio de la empresa el Manto y conseguir un porcentaje mayor de recuperación de oro y en definitiva lograr beneficios óptimos y económicas. La desventaja para la recuperación de oro en la zona es la proliferación de plantas de tratamiento de minerales ilegalmente las mismas que no consideran estudios metalúrgicos para su recuperación, alternativas tecnológicas y uso adecuado y disposición de relaves.

Además, es necesario la operación de una planta de tratamiento mediante trapiches y conocer la recuperación en este tipo de proyectos metalúrgicos y pueda presentarse, una



refractoriedad química, debida a la presencia de especies que se combinan y dificulten la liberación de partícula.

En nuestro país hay poca información técnica sobre la recuperación de oro y sus aplicaciones de este tipo de relaves para el tratamiento de estos pasivos ambientales por su demanda y proliferación de plantas y una mala adecuación para su disposición final. En la literatura se pueden encontrar varios procedimientos basados en la recuperación basados en la mineralización y la solubilidad de los componentes de interés para la recuperación, pero sus procesos utilizan reactivos químicos que, en eventualmente, aumentan el potencial de contaminación. Estos procesos solo pueden evaluar la recuperación de los metales de interés, pero no generan mucha preocupación sobre los efectos de la contaminación del proceso. El servicio no está orientado a la creación de nuevos productos, sino a un sistema de evaluación del potencial económico del negocio el potencial contaminante de los residuos y métodos de gestión y tratamiento relacionados con alternativas de enviar los relaves a otra planta con tecnología óptima para la recuperación y también conocer la remediación del sector son importantes para el proyecto.

Este trabajo de investigación se divide en seis capítulos, los cuales en primer lugar se presenta la introducción y el problema de investigación. En el capítulo II se desarrolla la literatura, también se describe los antecedentes de la investigación, los métodos experimentales utilizados para la solución del problema. Los resultados obtenidos y conclusiones se reflejan en los últimos capítulos.

Es cierto que a medida que el tratamiento metalúrgico se vuelve más complejo, los costos de tratamiento aumentan, debido a que, en ciertos períodos, como el actual, los precios internacionales de los metales, especialmente el oro ya que se utilizan como



respaldo y refugio para muchos ahorristas e inversores; los altos costos de tratamiento pueden cubrirse con el alto precio del metal.

En el país la minería es una actividad que requiere grandes inversiones y alta tecnología. Sin embargo, esta se explota en una mínima parte; los métodos de concentración no se aplican en su totalidad, lo que afecta en la recuperación de minerales valiosos, porque cada mineral depende de su composición mineralógica y procesamiento en equipos adecuados.

Y se determinara las características de los relaves del proceso metalúrgico con trapiches de la planta de beneficio el Manto – Rinconada Puno.

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Es eficiente la recuperación de oro mediante los trapiche y derivar los relaves a una disposición final, la investigación tuvo como propósito de generar ganancias económicas para sus capitalistas, y aportar a dinamizar la economía local y nacional del país y generando desarrollo trabajo pago de impuestos, el Manto propietario del terreno superficial de 4 hectáreas en concesión, conteniendo una mineralización en la zona de la Rinconada, donde el oro se presenta en mineralización en veta, es importante el estudio de caracterización de los relaves puesto que la proliferación de plantas de beneficio ha hecho que los relaves según no tenga valor económico son trasladados y botados en diferentes puntos de la población y zonas aledañas.

El mineral y lo que es más importante la investigación sobre el comportamiento granulométrico del mineral de oro en la zona, independientemente de la forma en que el oro esté presente en el mineral o una combinación de ambos, indiscutiblemente la tecnología para la acumulación de oro es el “gravimétrico”, los materiales ejercen fuerzas de fricción debido a que poseen sus pesos específicos cada uno en distintos momentos de sometimiento de fuerzas hidráulica y fricción, la separación por gravedad más conocido



como (concentración gravimétrica) es el método más simple, económico y cuidadoso con el ambiente. Es de necesidad saber si es posible la factibilidad para así hacer una investigación sea viable económicamente legal y que no afecte la parte social y lo más importante de este estudio el oro en los relaves de la planta el manto lo que podemos preguntarnos ¿es posible derivar a un proceso alterno?

## **1.2 PROBLEMA GENERAL**

¿Existe en los relaves el oro y es económicamente factible para instalar una poza de cianuración en la planta el MANTO?

## **1.3 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles son las características químicas de los relaves?
- ¿Qué parámetros técnicos determinarán la instalación de una poza de cianuración en la planta el manto?

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La presente investigación surge de una problemática medioambiental de generación de pasivos ambientales y la baja recuperación del mineral aurífero teniendo el desecho del mercurio en grandes cantidades junto a los relaves (lomas) que el producto del mineral molido (ganga) y una justificación teórica se menciona que el proceso de amalgamación tiene un factor de recuperación del 60% teniendo una hipótesis que probar en la siguiente investigación y el método propuesto para mejorar dicha recuperación. En el ámbito de la justificación metodológica y práctica se puede mencionar que se trabajara de manera muy riguroso desde un plano de ingeniería metalúrgica en la evaluación de las características de los relaves con los métodos tecnológicos en laboratorio para así determinar si la recuperación es óptima, necesidad de retratar los relaves o disponer los residuos con los elementos medioambientales a considerar.



## **1.5 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la mejora en la recuperación de oro relaves del proceso metalúrgico por trapiche de la planta de beneficio el Manto – Rinconada Puno.

## **1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los parámetros técnicos que determinarán la instalación de una poza de cianuración en la planta el manto.
- Determinar las características químicas de los relaves, producto del proceso metalúrgicas con trapiches de la planta de beneficio el Manto.

## **1.7 HIPÓTESIS**

### **1.7.1 Hipótesis General**

La mejora en la recuperación de oro en relaves del proceso metalúrgicos por trapiches permitirá conocer el contenido de oro y su recuperación

### **1.7.2 Hipótesis Específico**

- Las características químicas generales de los relaves varían en el proceso metalúrgico de acuerdo a la metodología utilizada en la recuperación el oro.
- La presencia de oro permitirá implementar una alternativa de tratamiento a los relaves.

## **1.8 MARCO LEGAL**

### **1.8.1 Normatividad Fundamental**

#### **a. Constitución Política del Perú (1993)**

«La mayor norma legal en el país es la Constitución Política del Perú, que resalta entre los derechos esenciales de la persona humana, el gozar de un



ambiente equilibrado y adecuado con el desarrollo de la vida; señala también (Artículos 66° al 69°), que los recursos naturales renovables y no renovables, son Patrimonio de la Nación, promoviendo el Estado el uso sostenible de los mismos. También establece que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.» (Constitución Política del Perú, 1993)

**b. Ley General del Ambiente (Ley N.º 28611)**

“La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.” (Ley General del Ambiente N.º 28611, 2005)

**Art. I.- Del derecho y deber fundamental**

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.



### 1.8.2 El convenio de Minamata

El acuerdo internacional sobre el manejo de mercurio para proteger la salud y el cuidado del ambiente, que el mercurio puede generar efectos nocivos. En reunión de quinta vez del Comité Intergubernamental de Negociación sobre el mercurio en Ginebra, se acordó en enero de 2013 en Suiza ese mismo año se determinó medidas, en una conferencia diplomática en (Conferencia de Plenipotenciarios) el 10 de octubre de 2013 en Kumamoto, Japón. (Programa de las Naciones Unidas, 2017)

El compromiso de Minamata comenzó con intensidad los instrumentos de determinación, aceptación, aprobación en el 2017 en mes de agosto el 16, desde la fecha que ha sido instalado a los noventa días.

si bien es de origen natural el azogue, pero tiene diversos usos en objetos cotidianos y en la minería, que se libera al ambiente, contaminado al agua, suelo, y a diversas fuentes. El convenio busca a exhortar sobre el uso de un metal a nivel mundial, el convenio busca algunas obligaciones de control.

La esencia más importante del Convenio de Minamata es la prohibición de de mercurio el uso en nuevas minas, la reducción gradual del uso de mercurio en una serie de productos y procesos, en sector de la minería artesanal y pequeña minería ya se regula su uso adecuado con tecnologías modernas. El almacenamiento temporal del hidrargirio y su eliminación cuando se convierta en residuo, los sitios contaminados de azogue y temas sanitarios.



### **Artículo III.- Del derecho a la participación en la gestión ambiental**

Toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El estado concerta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental.

#### **1.8.3 Gestión Ambiental**

##### **c. Artículo 13.- Del concepto**

Es un proceso permanente y continuo, constituido por el conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida y el desarrollo integral de la población, el desarrollo de las actividades económicas y la conservación del patrimonio ambiental y natural del país. (Ley General del Ambiente, 2005)

#### **1.8.4 Sistema nacional de gestión ambiental ley N° 28245**

##### **d. Artículo 1.- Del objeto de la Ley**

La presente ley tiene por objeto asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales a fin de garantizar que cumplan con sus funciones y de asegurar que se evite en el ejercicio de ellas superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos. (Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental, 2004)



### **e. Artículo 3.- De la finalidad del Sistema**

El Sistema Nacional de Gestión Ambiental tiene por finalidad orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. (Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental, 2004).

#### **1.8.5 Ley de formalización de promoción de la pequeña minería y minería artesanal (ley N°27651)**

La Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal (2002) “es la norma que introduce en la legislación minera el marco legal para la adecuada regulación de las actividades desarrolladas por los pequeños productores mineros y mineros artesanales propendiendo a la formalización, promoción y desarrollo de las mismas”.

La Ley 27651 establece el principio: “El Estado protege y promueve la pequeña minería y la minería artesanal y promueve la gran minería”. Reglamento de la Ley 27651 (D.S.013-2002-EM)

El Reglamento de la Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal aprobado por D.S. N°013-2002-EM, regula los requisitos, límites y procedimientos para acreditar y renovar la acreditación de la condición de Pequeño Productor Minero y Productor Minero Artesanal y las causales de pérdida de tal condición; norma la conformación y contenido de los registros administrativos de Pequeños Productores Mineros y de Productores Mineros Artesanales; señala, también, el Pequeño Productor Minero o Productor Minero artesanal,



presentará para los efectos del cierre temporal o definitivo de labores, según sea el caso, el Plan de Cierre, que incluirá las medidas que deberá adoptar para evitar efectos adversos al medio ambiente por efecto de los residuos sólidos, líquidos o gaseosos que puedan existir o puedan aflorar en el corto, mediano o largo plazo.»

Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería (D.S. N° 014-92-EM). Comprende todo lo relativo al aprovechamiento de las sustancias minerales del suelo y del subsuelo del territorio nacional, así como del dominio marítimo. Con excepción del petróleo e hidrocarburos análogos, los depósitos de guano, los recursos geotérmicos y las aguas minero medicinales.

Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero (Decreto Supremo N° 040-2014-EM)

Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero (2014). La responsabilidad de las actividades mineras es asegurar el buen manejo de los trabajos con cuidando y salvaguardando el cumplimiento constitucional y cumplir las normas de equilibrio de un ambiente sano para el disfrutar adecuadamente y desarrollo de la vida de la sociedad, los recursos naturales se aprovechan sosteniblemente. Únicamente es aplicable el reglamento de minería supletoria a las actividades de explotación a escala correspondiente, pequeña minería y minería artesanal que se rige la normativa vigente en específico.



Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental  
(Ley N° 27446)

La Ley modificada por Decreto Legislativo N° 1078 del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) establece el proceso que comprende los requerimientos, etapas y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión y los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación. (Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, 2012)

Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (1991). Esta norma armoniza las inversiones privadas, el desarrollo socioeconómico, la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales.

La ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los recursos Naturales (Ley N° 26821). El aprovechamiento sostenible de los recursos naturales es normado por la ley en mención, los recursos son patrimonio de la nación objetivo primordial es promover y regular el sostenible aprovechamiento de los recursos, reaprovechables y no reaprovechables, fomentando la inversión y establecer un marco adecuado, el crecimiento económico y el equilibrio dinámico se debe procurar, el desarrollo del ser humano y su ambiente natural y la conservación de los mismo. Señala (Artículo 3°), que son recursos naturales todo componente de la naturaleza, susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tenga un valor actual o potencial en el mercado.



Los recursos naturales para su aprovechamiento (Artículo 19°), se otorgarán derechos a los particulares mediante las modalidades que establecen las leyes especiales para cada recurso natural.

#### **1.8.6 Ley general de residuos sólidos (ley N°1272)**

##### **f. Decreto Supremo N° 014-2017-Minam**

Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2017) “Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; Que, conforme a lo dispuesto por el artículo I del Título Preliminar de la Ley N.° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.”

**Artículo 2.-** La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, procesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente.

- a) El Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería aprobado por Decreto Supremo N°024-2016-EM y su modificatoria Decreto Supremo N°023-2017-EM la finalidad del reglamento es prevenir la ocurrencia de incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales, promoviendo una cultura de prevención de riesgos laborales en la actividad minera.

## 1.9 UBICACIÓN DEL PROYECTO

### 1.9.1 Ubicación

El proyecto se ubica en el Paraje Antahuila a una altitud referencial entre las cotas 4900 y 5000 m.s.n.m. de la provincia de San Antonio de Putina distrito de Ananea, del departamento de Puno. la planta de beneficio manto se ubica en Antahuila en el, Distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina y Departamento de Puno; en el área de terreno superficial de 1088.8 m<sup>2</sup>. La Planta de Beneficio Manto se ubica aproximadamente en la intersección de las coordenadas UTM: WGS 84



**Figura N° 1.** Ubicación política por distrito



Tabla

1.

***Coordenadas UTM WGS 84 de la planta de beneficio manto***

Vértice	Este (m)	Norte (m)
1	451232.00	8382180.00
2	451254.00	8382146.00
3	451237.00	8382121.00
4	451216.00	8382154.00

*Fuente: Elaboración propia*

**1.9.2 Accesibilidad**

El acceso actual la planta es a través de la ruta Puno – Juliaca – Putina – Ananea Rinconada-Proyecto Planta de Beneficio Manto. El trayecto involucra un viaje aproximado de cinco horas promedio partiendo de la ciudad de Puno por carretera asfaltada hasta el desvío Ananea-Sandia, de allí por trocha carrozable hasta el mismo proyecto, pasando previamente por la ciudad de Ananea y desvío a 4 Km antes de llegar el Centro Poblado de la Rinconada como se muestra.

**Tabla 2.**

*Cuadro de distancias a la planta de beneficio Surichata*

De	a	Km	tiempo	Tipo de vía
1era etapa	Puno-juliaca	45	50min	asfaltada
2da etapa	Juliaca-putina	90	120min	asfaltada
3ra etapa	Puntina-ananea	95	130min	asfaltada
4ta etapa	Ananea rinconada	20	25 min	Trocha carrozable Surichata.
total	250	5.25min		



## 1.10 ESTRATIGRAFÍA LOCAL

El yacimiento aurífero en estudio es ubicado emplazado sobre el Paleozoico (Fm. Ananea) y Mioceno; las formaciones están compuestas de lutitas y una sucesión de pizarras.

Los factores condicionantes en la formación del yacimiento aurífero se deben a ciertos factores y/o acontecimientos condicionantes suscitados en toda la región altiplánica, entonces, se debe destacar la orogénesis, tectonismo (movimientos tectónicos), otro factor asociado como los agentes de meteorización (Físico, químico); y el de transporte (movimientos de masa), también el aspecto climático.

### 1.10.1 Recurso de Agua e Hidrografía

El agua requerida para el proceso no se cuenta dentro del proyecto por lo que se compra de la empresa distribuidora de agua en una cisterna de 2000 gal el mismo que es depositado en un reservorio de concreto de 3m x 3m x 1 m los cuales serán distribuidos a 4 tanques de PVC de 1.5 m<sup>3</sup>, para abastecer a los molinos amalgamadores. 140 L/t molino por lo que para los 5 molinos se emplea 4 m<sup>3</sup>/d del circuito de decantación y clarificación se recupera el 70% del agua y se reutiliza en el proceso, entonces se requiere 1.5 m<sup>3</sup>/d de agua fresca La microcuenca durante su recorrido recibe aportes de quebradas muy pequeñas, generalmente en los meses de lluvia (enero a abril); el resto de los meses del año los caudales de estas quebradas son muy insignificantes y en épocas de estiaje la característica de las quebradas es seca.

El ámbito de la unidad hidrográfica se caracteriza por tener en los límites de su entorno una variedad de afloramientos de manantiales que se encuentran distantes del Proyecto Planta de Beneficio “Manto”. Su ciclo hidrológico está definido por un periodo de transición con precipitación esporádica (setiembre



diciembre), un periodo húmedo de precipitaciones regulares (enero a marzo), y un periodo de escasa a nula precipitación (abril a agosto). Así mismo, las características topográficas con presencia pendientes y escasa cobertura vegetal en sus nacientes condicionan una irregularidad en los flujos de aguas superficiales, es decir volúmenes mayores de esorrentía durante las épocas de avenida y marcada escasez en la época de estiaje.

#### **1.10.2 Recursos de agua subterránea**

En el área del proyecto no existe la evidencia de afloramientos superficial de manantiales. La presencia de algunos bofedales se da en partes alejadas del proyecto, y no se ven directamente impactadas por la actividad.

#### **1.10.3 Calidad Del Agua**

En primer término, la calidad de agua disponible en la zona por presencia de manantiales tiene un aspecto a simple vista limpio, pero no son aptas para consumo humano debido a algunos componentes disueltos que presenta originados por estar en contacto natural con el suelo.

#### **1.10.4 Ambiente Biológico**

Los organismos o componentes biológicos son conocimientos sobre la riqueza de la flora y la fauna, por lo que este informe es una aproximación al conocimiento sobre la biodiversidad en el área de investigación.

#### **1.10.5 Ecología y Zonas de Vida**

Las formaciones ecológicas o Zonas de vida, se define en términos generales como ámbitos homogéneos desde el punto de vista altitudinario, fisiografía, vegetación, suelos y agua entre otros, que le dan características diferenciadas a lo largo del área del proyecto, se mencionan a continuación con sus características más significativas:



- Páramo muy húmedo subalpino y subtropical (pmh-SaS)
- Tundra pluvial andino sub tropical (tp-AS).
- Niebla sub tropical (N-S).

#### **1.10.6 Páramo Muy Húmedo Subalpino y Subtropical (PMH-SAS).**

Esta formación ecológica se encuentra a una elevación de 3 950 a 4 600 m.s.n.m. con precipitaciones estimadas entre 513.4 a 1,085.5 mm/año. La presencia de heladas es frecuente, principalmente durante las noches y madrugadas, las especies vegetales tienen dificultad para desarrollarse, por lo que se exhibe una vegetación pobre, abierta y de tamaño bajo observándose en el área del proyecto, ocasionalmente la yaretilla (*Azorella yarita*), e ichu (*Stipa festuca*), La Chilligua, conocida también como "Paja" (*Festuca dolichophylla*) es una gramínea rústica que se considera buena pastura para el ganado de la zona.

La configuración topográfica generalmente es suave, ligeramente ondulada y con laderas de moderado a fuerte declive incluso llega a presentar en muchos casos afloramientos rocosos a excepción del área disturbada.

#### **1.10.7 Saneamiento Básico**

En lo que se refiere a saneamiento básico el distrito no cuenta con el tratamiento de aguas residuales entonces estas son dirigidas a los afluentes y menos el tratamiento de residuos sólidos (relleno sanitario), por lo que la basura es arrojada a unos espacios al contorno de la población; recién se está proyectando implementar estas necesidades.

Sin embargo, tenemos el Centro Poblado La Rinconada que falta de la implementación en cuanto a agua Potable y Saneamiento Básico siendo un foco de alto riesgo.



### **1.10.8 Energía Eléctrica**

La energía eléctrica llega hasta la Sub Estación Ananea mediante de líneas de transmisión de 60KV, de allí se alimenta al Poblado de La Rinconada con redes de 22.9 KV. El proyecto utiliza la conexión eléctrica del centro poblado de la Rinconada.

### **1.10.9 Comercio**

El comercio en el Centro Poblado La Rinconada, es casi diario trasladándose desde las localidades de Azángaro Huancané, principalmente Juliaca, al igual que comercio ilegal que ingresa por el límite con el país de Bolivia. La feria en la localidad de Ananea se realiza los días sábados.

### **1.10.10 Transporte y Comunicación**

El transporte de un tiempo a esta parte se ha incrementado por la fluidez de las unidades de transporte y empresas interprovinciales por una población intermedia de las unidades que van hasta la localidad de la Rinconada. Los vehículos de transporte en su mayoría de capacidad de 25 pasajeros, aunque en menor cantidad existen buses mayormente transportan comerciantes minoristas.

En la actualidad en cuanto a comunicación se cuenta con cabinas públicas de teléfono fijo de Telefónica, así como también cuenta con telefonía inalámbrica de Movistar, Claro y Entel. En cuanto a medios de comunicación existen emisoras locales de frecuencia modulada FM, siendo las de mayor sintonía las emisoras de la Rinconada, que también por su largo alcance llegan hasta la localidad de Ananea, los medios periodísticos escritos (diarios de nivel Nacional, Regional) llegan de forma restringida en los medios de transporte.



### **1.10.11 Uso De Recursos Mineros**

El área del proyecto está ubicada en una zona minera, cuyos pobladores se dedican a sus actividades de explotación minera y al procesamiento de minerales en molinos amalgamadores, y la Actividad Minera en Labores Subterráneas en La Rinconada y Lunar de Oro. En las cercanías al proyecto predomina la actividad minera de beneficio por la presencia de varias plantas formales y en proceso de formalización.

### **1.10.12 Empleo**

El empleo en estos últimos tiempos se ha centrado en la explotación minera tanto en las etapas de extracción y utilidad, desarrolladas por pobladores de la misma zona y emigrantes de diversos lugares tales como San Román, Huancané, Sandia, Carabaya, a veces de otras regiones.

Colateralmente a la actividad minera se desarrollan actividades complementarias como el comercio de bienes y la prestación de servicios afines y necesarios para el desarrollo de la minería. En la localidad de La Rinconada, se han instalado negocios como talleres metal-mecánica, talleres de reparaciones, venta de repuestos de maquinaria pesada, restaurantes, ferreterías, hospedajes, y otras actividades creando fuentes de trabajo indirecta.

El Proyecto Planta de Beneficio “Manto”, incrementa fuentes indirectas de empleo en todos los rubros, teniendo mayor importancia el comercio de relaves, insumos y reactivos y actividades de bebidas alcohólicas.

Muchas veces la minería genera puestos de trabajo, pero se sale del control generando la delincuencia drogadicción robos asaltos a mano armado la falta de presencia del estado aprovecha gente de mal vivir.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En centro poblado de rinconada en el distrito de Ananea, el trabajo para la explotación del mineral valioso el oro, se remontan de tiempos incaicos y coloniales, quedando registros mínimos en abandono, hasta que en los años 1979 a 1992, Minero Perú trabajó en la explotación de oro, sin embargo, llegó a ser abandonado; posteriormente pasa a poder por contrato de operación al empresario. Andrade Gutiérrez y Minera Caos; consecuente a ello los mineros artesales de zona inician con trabajos, la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda. (CECOMSAP Ltda.), es adjudica finalmente en el distrito de Ananea, que administraba 4 denuncios mineros: San Antonio con 220 ha, María con 240 ha, Estela con 240 ha, y la Mística con 240 ha, formando un total de 940 ha Cruz V (2007).

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

“Informa sobre la situación de los relaves mineros en Chile para ser presentado en el cuarto informe periódico de Chile para el comité de derechos económicos, sociales y culturales, perteneciente al consejo económico social de la Naciones Unidas”. (Vallejo y Menvinsky-Roa, 2015).

El estado chileno no adoptó políticas públicas para controlar los problemas socio ambientales, la población chilena e indígena se expone a situaciones de exposición de riesgo constante para su salud psíquica y física, la contaminación del medio ambiente vulnera a los habitantes personas en Chile, no tienen derecho a una vida digna posible. El problema corresponde a los Pasivos Ambientales Mineros y más en específico a los Relaves



Mineros. En las últimas décadas, Chile se ha consolidado como el mayor productor mundial de cobre, pasando de un 14% de la producción mundial en 1960a un 32% en 2012, representando el 13% del Producto Interno Bruto y el 60% de las exportaciones hacia el extranjero. Prácticamente todo el suelo del norte de Chile está asociado a una concesión minera y solo una parte está siendo utilizada en esta actividad, por lo que la problemática socio ambiental que ésta industria genera hoy tenderá a aumentar en el futuro.

“La actividad minera en el Ecuador genera una gran cantidad de desechos Los pasivos ambientales ocasionados en grades áreas durante la explotación y beneficio de los minerales. La reutilización de recursos genera energía en la industria de la construcción, y reduce los problemas ambientales relacionados con la disposición final; existen pocos estudios relacionados sobre los subproductos de relaves en la industria de la minería para la reutilización. En la planta de beneficio santa lucia, se presenta un estudio experimental de pruebas físicas, geoquímicas y minerologicas, para evaluar el uso de relave, como agregado fino para morteros de mampostería”. (Sánchez, 2019)

Sanchez y Enriquez (1996) “El sector minero chileno se compone fundamentalmente de productores de cobre, oro y plata, que han contribuido al desarrollo de las regiones mineras ubicadas principalmente en el Norte. 1 Aunque se trata de una actividad históricamente importante en la economía del país, en la última década se ha constituido en uno de los sectores más dinámicos de la economía”.



Entre 1.974 y 1.995, el sector minero ha recibido inversiones externas por más de 8.700 millones de dólares y en 1995 aportó el 49% del total de las exportaciones chilenas.

Vargas (2014) “El presente trabajo va dirigido para toda aquella persona que les toca la difícil tarea de enfrentarse a querer dominar estos cilindros metálicos que su único trabajo es obtener un producto final que satisfaga las operaciones posteriores. Ahí pocas plantas metalúrgicas en Ecuador funcionando satisfactoriamente, los tradicionales molinos chilenos -trapiches, en su mayoría existen logrando recuperar solo el 50% del metal precioso con un alto costo de grupo humano que trabajan en empresas mineras que deberían luchar en la reducción de la contaminación y costos de operación que se generan, para que el objetivo se logre los proyectos a baja escala deben tomar decisiones buenas, la información técnica carece en el país sobre el manejo y operación de estos molinos de bolas. Los parámetros que posee la planta como es la densidad de pulpa, dureza, carga circulante, carga moledora inicial y otros parámetros que intervienen en el dimensionamiento de equipos para la molienda y clasificación.

Amalgamación de concentrado de oro obtenido en concentrador Knelson. En el proceso de amalgamación ahí pérdidas de mercurio en los relaves y emisiones al ambiente, se investiga la recuperación de oro, obteniendo en los concentrador Knelson. Se utilizó un concentrado obtenido en Planta Manuel Antonio Matta para realizar las pruebas de amalgamación; cuyos resultados muestran que técnica y ambientalmente es posible procesar el concentrado de oro por amalgamación, alcanzando recuperaciones de oro y de mercurio de 95% y de 96%, respectivamente. (Valderrama, 2012).



Realiza una investigación, titulada, “Recuperación de Níquel y Cobalto del mineral de la mina de Trapiche -Andahuaylas” con el objetivo, en la mina Andaychagua en la zona de trapiche, crear valor a través de la obtención de valores de Ni-Co contenidos en el mineral de la zona de trapiche. Llego a la conclusión: “de acuerdo a la carga superficial del mineral de Millerita se observa que esta presenta carga negativa entre  $\text{pH} = 0$  y  $\text{pH} = 8$ , entre  $\text{pH} = 8$  y  $\text{pH} = 11$  se tiene carga positiva y entre  $\text{pH} = 11$  y  $\text{pH} = 14$  la carga nuevamente se hace negativa, indicando esto que el rango de trabajo se encuentra entre  $\text{pH} = 8$  y  $\text{pH} = 11$  de las pruebas exploratorias verificando el grafico de la potencial zeta para la millerita.” (Justo, 2012).

“Diseño de operaciones para recobrar el oro y plata desde el yacimiento de relaves de minera Meridian” evaluar técnica y económicamente fue el objetivo de seleccionar depósito de relaves de Minera Meridian, Faena El Peñón fue recuperar oro y plata la mejor línea de proceso productivo que ayude. Llego a la siguiente conclusión: “De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio realizadas, se determinó que el procedimiento con mayor potencial para un estudio más acabado es el que consiste en lavar el mineral de relave, reducir su granulometría 100% bajo  $75 \mu\text{m}$  y lixiviarlo durante 24 horas.” (Estrada, 2012).

Sirichaqui (2016) “En su investigación concluye: 1) Se demostró la veracidad de los procesos del método de riesgos con respecto a diques de residuos mineros, como el caso de Ticapampa; además, la información geológica documentada y acreditada utilizando la metodología del Instituto Geológico y Minero de España, así como del procedimiento activo, se tomaron en cuenta para una magnifica calidad de respuesta mediante el método usado. 2) Es necesario



realizar la evaluación estructural del suministro de desechos mineros. 3) En base a los análisis anteriores, el método del árbol de fallos resulta muy conveniente presentando cuantitativamente el grado de probabilidad de ocurrencia frente a efectos no deseados; para el caso de Ticapampa resultó conveniente la aplicación de dicho método, este conllevó a entender el fenómeno y dar a conocer su limitación de información.”

(Delgado & Barbara, 2018) La contaminación causada por la actividad habitual en el distrito minero Zaruma-Portavelo (Ecuador) suelen ser liberados a los ríos, genera importantes cantidades de residuos ricos en sulfuros. (colas o relaves).La caracterización geoquímica-mineralógica de residuos es fundamental para minimizar la oxidación de sulfuros y la acumulación de drenaje de ácidos, Se realizó la determinación la ganga del procesado en Agapitos, Emicor y San José (ácido, heterogéneo y neutro-alcalino, respectivamente) en una parcela se dispusieron el almacenamiento controlado de cubierta con una capa de arena caliza generaría la reacción y formación de oxihidroxisulfatos de Fe, la oxidación de los residuos que constituirá una capa limitante. Las primeras precipitaciones dan resultados a esta hipótesis la concentración de Fe y S se incrementan en 20 cm por encima de relave de Agapitos, favoreciendo el metal tóxico en zonas más profundas del perfil este. El encapsulamiento de sulfuros y almacenamiento controlado provoca la inertización de residuos en el proceso.

Jiménez O (2020). “En su estudio cuál será las causas de afectación en la actividad minera como impactara sobre los recursos hídricos que desembocan al lago Titicaca – Puno”, (Tesis de maestría) de la universidad paulo freire Nicaragua. Se evidenciando extracción de roca del suelo y subsuelo, actividad



minera artesanal en cabecera de cuenca del centro poblado la rinconada, trabajadores ingresando a los socavones explotando mineral bruto mena: La utilización de material explosivos molinos- ubicados cerca a los nevados, en el proceso se utiliza el mercurio para la obtención del oro, para su posterior comercialización en tiendas comercializadoras de producto final, es sometido a refogeo y el mercurio se evapora al ambiente. Se observa discurrir aguas mineras industriales por el medio de la población a la laguna de centro poblado de rinconada, así también las aguas domésticas, hospitalarias y la gran cantidad de residuos sólidos dispersándose por las calles de la población. La autoridad competente autoridad local de agua-ramis (ALA) evidencio documentos mediante la toma de muestras de agua informo puntos críticos en bofedales para la categoría 4: Se concluyó que las aguas ácidas, no son aptos para el consumo animal, vegetal y menos para el ser humano; La autoridad técnica de flora y fauna silvestre dio un informe sobre los cambios de la cobertura vegetal, la falta de biodiversidad de fauna, afectara la presencia de la actividad minero artesanal con micro y macro plásticos directamente a la biodiversidad. La flora y la fauna son contaminados por la actividad minera artesanal, y por ende al ser humano durante su trayecto en el tiempo 12 desembocaduras al lago Titicaca, con las aguas que discurren de mala calidad a las faldas del cerro los bofedales y la laguna de rinconada. Toda esta situación es a consecuencia de la falta de presencia del estado peruano que no concientiza a las poblaciones de influencia directa e indirecta, las fuentes de trabajo diferente a la actividad minera, incremento de precio de metal precioso oro.



### 2.1.2 Antecedentes nacionales

El tratamiento de los depósitos de relave de Quiulacocha-Pasco busco determinar las medidas que favorece para su remediación ambiental, plasmando experiencias en empresas mineras exitosamente. Para ello, según la metodología de la investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo – explicativo, y de método científico; el diseño de la investigación fue el no – experimental, y la población estuvo conformada por el depósito de relaves Quiulacocha; la muestra de la investigación estuvo conformada por los elementos físicos involucrados en el depósito de relaves de Quiulacocha Pasco (Velita, 2018).

La técnica no probabilística se realizó para muestreo, El tratamiento del depósito de relave tiene dos propuestas: el encapsulamiento con geomembranas una extensión de terreno de 78.28 Ha será remediado, en si primera instancia con relaves secos la cobertura de la tierra orgánica para revegetar con las plantas silvestres. Se realizará en esta etapa la revegetación de la cobertura. Se realizará en la segunda etapa una vez que el estanque se haya secado sus aguas acidas. El encapsulamiento del depósito de relave será posterior al cierre definitivo del desmontes de Quiulacocha (primera etapa). Los efectos positivos tendrán la población con la propuesta de recuperación de agua suelo y los recursos naturales.

Todos los investigadores coinciden en una alternativa de tecnología sostenible, con una perspectiva de control ambiental que altere lo menos posible el espacio geográfico ocupado por la biodiversidad ganadera, agrícola y silvestre. Por lo que la pastera corresponde a una combinación de material sólida agua con una acumulación de sólidos muy alta, se reduce el riesgo de fallas geomecánica asociados a los tranques convencionales. Al máximo se ha extraído de agua para



alcanzar una consistencia de la pasta y los relaves, ya no estarán saturados por lo tanto esto se debe al hecho que podría desarrollarse un evento sísmico el fenómeno de licuefacción.

La actividad minera en todo el planeta tierra se ve comprometido con la contaminación del medio ambiente y la salud del hombre, la cobertura vegetal.

La erosión hídrica y eólica se debe son propensos licuables las laderas escarpadas, donde las técnicas de deposición son pobres inestables los relaves las instalaciones, los métodos convencionales de aguas arriba y aguas abajo y central dejaron muchas instalaciones con las tecnologías existentes. Las disposiciones de relaves resultan de una solución más económica y potencial. Por tal motivo las presas de relaves tradicionales pueden estar bajo la amenaza del reemplazo de nuevas tecnologías de P & TTD. Finalmente la disposición de relaves resulta ser una solución económica.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

Navarro (2017) La actividad minera representa en el país aproximadamente entre el 45 y el 55 % de productos de exportaciones. La participación peruana a nivel mundial en minería destaca como el primer productor de zinc, plata y estaño y, en proporciones menores, en plomo, cobre y oro. Se ha vivido una apertura en inversión económica general, En los últimos 6 años, y está generando a la presencia de inversionistas extranjeros, tanto nacionales como locales, en los diferentes estratos de la actividad minera.

El departamento de Puno se define por identificarse la masiva y diversidad de yacimientos metálicos con muchas diferencias a los demás lugares en el país. Esta mineralización está estrecha e íntimamente relacionada a la geología de la región, ciclos orogénicos, magmáticos y tectónicos que



ocurren tanto en la Cordillera Occidental, así como en la Cordillera Oriental.

No menos importante es la mineralización de oro estrato-ligada de Ananea, única en su género en el país, cuyas reservas parecen inagotables por las décadas de explotación en este lugar. Además, existen depósitos detríticos morrénicos fluvio-glaciales de oro con reservas probadas como el de San Antonio de Poto y paleoplaceres como la Cooperativa Limata, ellos con reservas de más de un millón de onzas.

Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Geológica y Metalúrgica Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica Soto, E. A. (2017) en su investigación, titulada, (Soto, 2017) cuyo objetivo fue, Utilizar los residuos industriales de la minería metalúrgica y el poliestireno expandido en la elaboración de adoquines para piso, los residuos se encuentran expuesto al ambiente las cuales son amenazas para el medio. Llegando a la conclusión: “Se identificaron las principales características físicas y químicas del residuo industrial de la minería metalúrgica, Los metales con valores superiores al ECA de suelo: fueron el arsénico (1076.5 mg/Kg.), cadmio (110.91 mg/kg.), cromo (5.59 mg. /kg.) y plomo (>5000 mg. /kg.). Los residuos de relave presentaron un pH igual a 2.7, de coloración amarillenta y textura ligeramente arcillosa, con una humedad de 663.8%.” (Estrada, 2012)

Mallma y Palomino (2009) realizan un estudio, titulado, (Palomino, 2009), cuyo objetivo fue, Cianurar los concentrados de flotación usando la soda caustica como regulador de pH. Llegaron a la conclusión: En la planta de tratamientos de la concentradora, los resultados en laboratorio se demostrado el mineral tratado de Cumuni tiene un pH de 10, se ha demostrado que en el proceso de cianuración



se determinó para este mineral es eficiente a un pH 11 y fueron de 3 y 5Kg/Tm.para una recuperación superior a 80%.

(Alegre, 2014) “en su estudio titulado cuyo objetivo fue, la caracterización y localización de los relaves a través de la determinación del contenido y la distribución de sus especies mineralógicas y elementales; propuso una posibilidad de tratamiento, con la técnica eficientes metalúrgicas y responsables. Se llegó a una conclusión: Se dice que los relaves tienen una composición distinta al de la zona donde se encuentran localizados naturalmente”.

Corcuera Urbina (2012). Es de vital importancia la industria minera metalúrgica en el país y el mundo, no hay estudios que demuestren nuevos procesos metalúrgicos que hagan posible la obtención del metal que no contaminen al ambiente, poniendo en riesgo a la salud. Esta posibilidad permitiría, lograr mayores ingresos a la economía del país. El desarrollo sostenible de la economía peruana tiene que respaldarse en el mayor valor agregado de sus recursos naturales, dejar de ser solo exportadores de materia prima.»

(Lopez, 2011) en su investigación, ubicada en México, que trata 800 t/día de mineral 0,34 g Au/t y 320 g Ag/t, por el proceso de lixiviación, es una muestra del uso del equipo gravimétrico centrífugo, que maneja la granulometría de 76% de malla-200 $\mu$ m.

Piscoya (2011). En su investigación, se realizó un estudio descriptivo transversal, con estudios en otro país y extranjero, además determinó la contaminación ambiental por los mineros en Piura, se concluye: Se evidencio la contaminación de elementos del ambiente aire, suelo y agua que son deteriorados por el uso de azogue y cianuro la Contaminación Ambiental en Piura, en la Universidad Nacional de Piura, Escuela de Postgrado.



La minería artesanal e informal (que produce un aproximado de 24t de oro al año), el problema es la falta de difusión se torna incontrolable, la carencia de estudios ambientales y desconocimiento de las localidades donde se practica y la minería artesanal, las comunidades desarrollan poco por el desconocimiento de manejo de la minería, la informalidad se observa en el país y la no cuantificación de contaminantes del medio. Concluye: diversos componentes del ambiente existen contaminados, así como el suelo, aire, agua, erosiones del suelo, ruido, vibraciones, generación de residuos sólidos, aguas servidas, drenaje ácido de roca hundimientos del suelo. Drenaje ácido de roca (DAR); en la gran minería ahí una conciencia ambiental a nivel de gran minería, y mediana minería no así en la pequeña y artesanal.

Álvarez (2011) El Instituto de la Amazonía, Ministerio del Ambiente, nos detalla que el año 1980 se impulsa la minería artesanal, con informalidad en un contexto de recesión económica; En el Informe Minería Aurífera en Madre de Dios y la contaminación con mercurio, una bomba de tiempo, en el año de 2002 se ha promulgado la ley N° 27651 “Ley de formalización y promoción de la pequeña minería y minería artesanal” con su respectivo reglamento D:S: 013-2002 EM, por falta de presencia e inacción del estado se ha creado las condiciones básicas para aspirar a una actividad formal; se han generado grupos económicos de trabajo, no es solamente dar leyes, el problema central es la contaminación por el mercurio.



## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 Oro En El Ambiente

Bellido (1972) Desde la antigüedad el metal preciosos en peru, generalmente en la naturaleza se encuentra asociado con otros minerales cobre y plata en yacimientos (primarios), en vetas de forma diseminado, los minerales polimetálicos se encuentran en yacimientos de Pb y Zn, y también en sitios aluviales (secundarios) de baja ley de origen volcánico se encuentra en yacimientos diseminados en la zona sur oriental y norte del país, además el oro se presenta en forma de fino o de gránulos redondeados o achatados conocidos como pepitas; en depósitos de arena y lechos fluviales (placeres auríferos).

### 2.2.2 Caracterización Del Oro

En la naturaleza el metal precioso en estado nativo se encuentra asociado principalmente a minerales de plata, cobre, fierro, plomo-zinc, y con una densidad de 19,3 g/cm<sup>3</sup>.

El metal precioso se caracteriza por los por siguientes propiedades:

- a) Por su maleabilidad.
- b) Por su baja dureza de 2.5 y 3.0 en la escala de Mohs.
- c) Por la permeabilidad con agua y mercurio.
- d) Solubilidad de cianuros alcalinos.
- e) Por su Número Atómico: 79
- f) Por su Peso Atómico: 196.9
- g) Punto de fusión: 1063° C
- h) Resistentes a la oxidación y corrosión.
- i) Presenta coloración amarillento rojizo de tonalidad según los elementos aleantes.



### **2.2.3 Cianuración**

El proceso de MacArthur-Forrest es la extracción del mineral de baja calidad en una técnica metalúrgica, que pretende convertir el oro (insoluble en agua) mediante el proceso de lixiviación el anión metálico en complejos de aurocianida solubles en agua. El método más usado para la obtención de metal precioso en la industria minera del proceso de cianuración. El uso de cianuro es muy controvertido en varios países y territorios debido a la naturaleza venenosa del cianuro, Universidad Politécnica de Madrid (2022).

### **2.2.4 Cinética de reacción**

Las aplicaciones de la cinética son múltiples. Las reacciones y las velocidades químicas estudiadas la cinética química. En la síntesis industrial de sustancias, las velocidades de reacción son tan importantes como las constantes de equilibrio.

### **2.2.5 Relave**

Se trata de desechos del proceso metalúrgico que se acumulan en grandes cantidades de material tóxicos que poseen metales como plomo, arsénico, sales de cianuro, mercurio y soda cáustica y propios del proceso minero metalúrgico que es depositado en miles de toneladas. Olca (2015)

### **2.2.6 Cal**

Brainly (2020) Es una sustancia química que reacciona alcalina blanca, ligera y cáustica, que en contacto con el agua se hidrata y desprende calor; se emplea en la fabricación de cementos, abonos, y materiales refractarios.

### **2.2.7 Fundición**

Es una forma de metalurgia extractiva. es el proceso de fundir calentar el material a una temperatura de acuerdo a sus propiedades y composición que



poseen, para purificar y obtener un metal puro y se separa de la parte no valiosa, generalmente es como un agente reductor como el coque, carbón vegetal.

### **2.2.8 Refinación**

Proceso de purificación mediante la eliminan las impurezas y hace más puro a un metal conjunto de operaciones para separar y transformar un producto metálico o sustancia.

El oro es un elemento insoluble en los ácidos nítrico, clorhídrico o sulfúrico con una sola valencia y que vale para tres cosas, pero si se disuelve previa resistencia, en los ácidos selénicos o teluricos calientes. Para separar el oro con agua regia se utiliza tres partes de concentrado de ácido clorhídrico.

Sulfatos y tío sulfatos también disuelven al oro en soluciones acuosas alcalinos. El oro si este se encuentra reducido a partículas finas, es atacado por los cianuros alcalinos cuando son en soluciones diluidas. La solución química requiere oxígeno disponible para reaccionar lentamente. El oro es empleado por sus características propias de resistencia a la ductilidad, corrosión, reflectividad, ductilidad y es empleado directamente en joyas, medicina (odontología), electrónica, en bancos sistema financieros, computadoras.

### **2.2.9 Ocurrencia Del Oro**

El color del metal precioso es amarillo dorado brillante, El metal precioso en su forma natural tiene trazas de plata siempre, y también puede contener trazas de cobre y hierro. pero cuanto mayor es el contenido de plata, más blanco es su color.

Pinto (2015) Y el oro nativo se presenta generalmente aleado con plata como la principal impureza y en aleaciones con plata, cobre y fierro.



### **2.2.10 Métodos De Concentración De Minerales Auríferos**

Podemos describir las características más utilizados de concentración de minerales auríferos:

#### **2.2.11 Concentración Gravimétrica**

Biblioteca Central Universitaria (2020) La concentración gravimétrica es un proceso de separación por la acción de la fuerza de gravedad o por la fuerza centrífuga, las partículas de distinto tamaño, forman densidades. La alta capacidad de utilizar los reactivos peligrosos de bajo costo y una eficacia razonable para separar minerales pesados valiosos de la manera sencilla. La sedimentación permite juzgar la aptitud de separación del oro de la ganga considerando tamaños de alimentación en la molienda.

#### **2.2.12 Concentración En Jig**

Palomino (2009) Se le llama procedimiento de la velocidad diferencial, a los materiales finos mineralizadas son introducidos, en un tiempo muy breves, a unas corrientes ascendentes y descendentes suministrados por pulsaciones alternas dadas a un líquido por un pistón o un diafragma. Separación de granos pesados y ligeros permite la acción combinada a estas corrientes, la cual ocurre en tres etapas.

Etapa 1; Durante la sedimentación la aceleración diferencial permite, alcanzar su velocidad límite, la densidad de las partículas depende de la aceleración, muy breve tiempo.

Etapa 2; La sedimentación del líquido obstaculizada; la corriente ascendente del líquido permite realizar una sedimentación elevada aumenta el criterio de Taggart (Y). Dónde:  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ,  $\rho_l$  son las densidades de los pesados, ligeros y del fluido respectivamente.



Etapa 3; Hundimiento; las partículas son succionadas y estas tienden a apretarse, las partículas finas pueden continuar sedimentándose solas. Las oscilaciones de la capa de las partículas están condicionadas al efecto de las oscilaciones del líquido fuera de la capa de la pulpa provocada por el movimiento del pistón o diafragma. El fenómeno puede ser más complejo cuando se considera el papel de la frecuencia de la amplitud de las oscilaciones imprimidas al medio de tratamiento.

### 2.2.13 Amalgamación

Palomino (2009) Método de extracción de metales nobles, la ganga es separada de los minerales nativos mediante el proceso de amalgamación en un concentrado, a raíz de su humectabilidad, los aceros que imitan amalgamables son el estaño, estaño, cobre, plomo, cadmio, cadmio y sodio, bismuto.

El mercurio ligeramente solubiliza al oro (aprox. 0.07% a 18°C y 13.6% a 100°C), los dos compuestos el oro-mercurio, logra aislar cuya composición química es: Au 19 Hg. La tensión superficial del reactivo mercurio es 375 Din/cm y del agua es 73.

El cuarzo tiene una densidad de 2.5, el mercurio 12.5 y de oro 19.3 g/cm<sup>3</sup>. Ahora bien, el mercurio líquido como un medio de separación, se puede ver el oro se hunde y el cuarzo flotará, el hundimiento del oro en el mercurio es la fuerza de gravedad.

La amalgamación de oro tiene partículas muy finas, este proceso es importante la gravedad que entra en acción en el proceso. La contaminación del oro en la superficie es defectuosa y responsable. La pulpa puede estar contaminada con sustancias presentes del mercurio. (mineral – agua), ácido grasoso y las máquinas de trituración molienda que provienen. Tensión superficial tienen



los aceites de baja, 30 Dinasc/cm. o menos, y si hacen contacto con mercurio, estos cubren su superficie.

La partícula de metal precioso posee una tensión superficial muy reducida por haber sido su superficie recubierta con una película de aceite. El mercurio es atraído y puede ser reemplazada por una repulsión por razones similares a aquellas que afectan el mecanismo en el sistema mercurio vidrio aire. Cuando el mercurio es puesto en contacto con reactivos, azufre y algunos sulfuros se ennegrece, particularmente de antimonio, arsénico y bismuto. Cuando la pulpa es alcalina forme compuestos insolubles y limpiar el metal con unión derivado los concentrados, que sea cubierta con una cutícula de grasa, se agrega varios reactivos, cloruro de amonio, álcali agentes oxidantes y cianuro alcalino. Cuando la superficie esta enmohecida cubierta de películas de materiales extrañas, y está presente de granos gruesos la recuperación del metal precioso con una amalgamación que sobrepasa el 95%. En 1% hasta 25% es la perdida de mercurio dependerá del uso que sea en planchas amalgamadoras y cuando es sometida a fuerte presión de agua.

#### **2.2.14 Amalgamación Batch.**

Palomino (2009) Esta prueba se efectúa en un molino de bolas pequeño de laboratorio, sin soleras, que trabajan a velocidades bajas. Durante las pruebas con uno o tres bolas grandes de barra de aceros el molino no debe operar. Dependerá la densidad de pulpa de las pruebas realizadas. La densidad del mercurio es 62% si cambiamos el mercurio, la densidad optima es de 22 a 38 de solidos si desea mantener el charco de mercurio sin dispersión. Se somete a ciertas pruebas en un tiempo de una hora a más horas. El mercurio se separa con un clasificador



hidráulico (elutriador) o con una chua, una vez concluido la prueba, la cola se ensaya por oro.

### **2.2.15 Termodinámica De La Amalgamación**

Palomino (2009) Aumenta la temperatura para los metales pesados como es el mercurio la afinidad de amalgamación, por decir, el arsénico y el antimonio requieren de temperatura para formar amalgamas, en el caso del antimonio se rompe al enfriarse. Tiene muy débil poder de amalgamación el mercurio químicamente puro; su poder se duplica cuando está cargado, cuando la cantidad y temperatura ordinaria es de 0.12% de metal precioso no se puede dividir por una filtración en una gamuza o en un filtro prensa. Cuando el mercurio ocasiona mareas y daños se divide en pequeños finos globulitos, Un resultado similar se puede obtener con pequeñas cantidades de metales preciosos, así como zinc, plomo y cobre, pero todo exceso es dañino.

### **2.2.16 Propiedades Del Mercurio**

Lenntech (2019) Elemento de la naturaleza, es un metal noble, elemento químico, que lleva el símbolo Hg. soluble únicamente en soluciones oxidantes. El mercurio sólido es tan suave como el plomo, y el mercurio líquido inodoro, pesado plateado ligeramente volátil a temperatura del ambiente. Algunos metales pesados forman soluciones de amalgama el oro, plata, platino, uranio, cobre, plomo, sodio y potasio. A temperatura ordinario el metal es líquido, no se oxida en el aire a temperatura ordinaria, el oxígeno se combina lentamente cuando se expone al aire a una temperatura cerca de su punto de ebullición.

Las amalgamas líquidas metales forma con muchos; pero pastosas y hasta sólidas al aumentar dicha proporción. cuando la proporción del otro metal es pequeña Las amalgamas se usan en odontología el estaño, plata y oro. Minerales

de mercurio: (Cinabrio  $\text{HgS}$  % de  $\text{Hg} = 86.2$ ), Su coloración varía de rojo escarlata a rojo café.

### **2.2.17 Reactivación Del Mercurio**

Palomino (2009) El metal precioso y las amalgamas son granos reducidos atrapan mejor el mercurio activado; Las partículas de mercurio que son atrapadas debido a la activación, de las pequeñas perlas de mercurio se reúnen más rápidamente con, o sea, forman menos "harina de mercurio.

Se elimina las impurezas existentes en suspensión, la reactivación del metal para cuyo efecto se deprime con telas de tejidos de material gamuza y lona. Se adiciona cal para sacar los ácidos grasos y limaduras de hierro y para eliminar el azufre se coloca en una destiladora. Algunos metales se volatilizan junto con el mercurio y se condensan en parte como sólido antes que el mercurio. La lixiviación con ácido clorhídrico se pueden eliminar las impurezas tales como zinc, cobre, hierro y estaño, una capa de ácido nítrico diluido encima del mercurio y agitándolo de rato en rato. sacudir con soluciones acuosas de agentes oxidantes fuertes como cloruro férrico, bicromato de potasio o ácido sulfúrico.

El otro método consiste en hacer gotear por una columna larga llena de nitrato de mercurio o ácido nítrico diluido.

### **2.2.18 Tratamiento De La Amalgama**

Vignola (2020) Un recipiente de crisol es similar a una retorta, la estructura o mecanismo para cerrar y abrir el mismo, el recipiente tiene una salida en su cabezal, es decir, y un cuello que apunta hacia abajo que tiene tapa, similar a un tubo, como condensador. Para recupera el mercurio condesado sirve para destilar la amalgama.



Resultados mejores se consiguen aplicando la capa fina de cal, los ingredientes de arcilla, tiza, talco en el fondo de crisol la amalgama anticipado que se suba. En las paredes de la retorta se pega el oro en el fondo.

Es calentado el crisol y cerrado a una temperatura de aproximado a 400°C para que el mercurio se evapore, para elevar la temperatura de la mezcla de oro y mercurio.

El vapor de mercurio, a medida que pasa por el condensador, se habla de la "quema" de amalgama, es ciertamente verídica. El mercurio se evapora de forma metálico (no en forma de óxidos), por calentamiento. Se condensa el mercurio en él tuvo y goteando a un recipiente lleno de agua, la evaporación es prevenido por el agua.

Del sistema "crisol-refrigerador-funda" quedara completamente sellado, y así evitar la dispersión del mercurio en li mínimo. La superficie de la retorta calentar y aplicar el calor a toda sus superficies o bordes, el tubo de salida se debe incluir. Algo de mercurio se podría condensar antes de alcanzar el condensador; para ser destilado tendría que ingresar al crisol. Tienen varias desventajas el uso de la retorta, por lo que no les gusta aplicarla.

Durante el proceso de amalgamación al aire libre la utilización de la retorta generalmente se requiere más tiempo que quemar, durante el proceso no se visibiliza el metal precioso, les genera susceptibilidades a algunos pequeños mineros.

### **2.2.19 Concentración Gravimétrica**

Biblioteca Central Universitaria (2020) «La separación de partículas es mediante la concentración de mineral un método adecuado para minerales de diferente peso específico, la gravedad y/u otras fuerzas, como la hidráulica y de



fricción son las propiedades que permiten las acciones que ejercen sobre ellas simultáneamente.

### **2.2.20 Criterios De Concentración**

El siguiente criterio de concentración es fundamental en la determinación y separación es posible la gravedad y alguna o más fuerzas, mediante la siguiente ecuación se determinará:

Dónde:  $SG_h$  = Gravedad específica del mineral pesado.

$SG_g$  = Gravedad específica de la ganga.

$SG_f$  = Gravedad específica del medio fluido. Dónde se establece que: Si

$C \geq 2.5$  la separación es fácil.

### **2.2.21 Medios Densos**

Méndez (2019) La separación de sólidos en un medio denso en función de sus densidades usándose como medio un fluido de densidad intermedia, la densidad más baja flota y el de densidad alta se hunde al hunde, y el sólido de densidad más bajo queda encima los medios densos usados son: soluciones líquidas orgánicos, de sales en agua y más conocidos suspensiones de sólidos de granulometría fina en agua.

### **2.2.22 Método Del Manto Pelicular Fluente**

Sotomayor (2020) El método consiste producir básicamente una capa de agua con una densidad reducido que resbale en pendiente a un canal, finas partículas van asentar de acuerdo a su velocidad de caída y en función de su resistencia al movimiento de la capa; el aparato más utilizado son las espirales actualmente dentro de este método. La dirección de las canaletas con solución son otro ejemplo que consiste en una canaleta inclinada con un ancho decreciente en su dirección del flujo. Las partículas más finas y las pesadas se concentran en



niveles superiores por la combinación retardada de caída y solución intersticial, en el flujo descendente se establece una gradiente de velocidad.

### **2.2.23 Concentrador Espiral**

La concentradora espiral consiste de un canal helicoidal cilíndrico semi circular modificada con sección transversal. La alimentación de pulpa es en la parte superior existe una caja destinada a recibir. Las pulpas son removidas por la abertura localizadas en la parte baja de su sección transversal, las partículas a medida que se escurren, las más pesadas se encuentran en la faja al lado interno del flujo. La combinación de escurrimiento laminar del centrifuga se da al principio de funcionamiento de la espiral.

### **2.2.24 Concentrador Centrífugo Falcón**

Neyra (2020) El concentrador Falcón recuperación de partículas ultra finas colector de relave y es un bolo cilíndrico cónico que gira a alta velocidad en el interior de una camisa fija medida que se va estratificando el rotor asciende y al pulpa se alimenta en el fondo del cono, dependiendo del tipo de modelos de serie del concentrador que se trate (Serie SB o Serie C), las partículas serán sometidas a 250 g o 350 g, y el proceso de concentración en el bolo se realizará de acuerdo a un procedimiento diferente, en forma discontinua o continua. El equipo concentrador Falcón y el Knelson son canadienses, y son diferentes principalmente en la velocidad de rotación. El concentrador Knelson es inferior en el campo de centrifugado 5 veces menor, el concentrador falcón es mejor eficiente. El concentrador Knelson puede recuperar partículas más finas, las partículas están sujetas a una fuerza de equivalencia de 60g.que es lo que permite durante la operación.



### **2.2.25 Trommel Disgregador**

Alejos (2020) El trommel disgregador es un equipo de forma cilíndrico que sirve para lavar el material fundamentalmente con una granulometría de 0 a 250/300mm. En su interior tiene elementos que generan el volteo y el avance del material en alimentación a la superficie de la salida.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación empleará la metodología que se requiere para hacer un análisis cuasi-cuantitativo, el estudio se basa en la presentación del proceso metalúrgico de la planta, la caracterización de los relaves del proceso metalúrgico con trapiches de la planta de beneficio el manto.

El estudio implica realizar pruebas de laboratorio para caracterizar la cantidad de oro en los relaves en laboratorio acreditado.

- Laboratorios LAS
- Método para ensayo a fuego por reconocimiento Absorción atómica.
- Método 551.

#### 3.2 PROPÓSITO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

Determinar la factibilidad económica en base a un retratamiento de los relaves y recomendar el tratamiento posterior en la planta el MANTO.

#### 3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio es de tipo Experimental

#### 3.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS RELAVES

Se realizó un estudio metalúrgico que nos permita conocer información valiosa desde los relaves de la planta el MANTO y sus contenidos en leyes de oro así también conocer que elementos acompañan en los relaves.

##### 3.4.1 Relave

Se genera producto de un proceso metalúrgico es deshecho sólido finamente molidos de tamaños arenisca, arcilla y limo provenientes del proceso



de concentración que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo en un espacio relavara.

Esta definición excluye otras formas de relaves mineros producidos en forma de lodo. En esta guía no están cubiertos, pero sin embargo algunos de ellos se mencionan brevemente, atentamente para distinguirlos de los relaves tal como se han definido.

### **3.4.2 Muestras**

Se realizará una homogenización y cuarteo para dividir en cuatro muestras:

### **3.4.3 Toma de datos de campo**

Consiste en la toma de datos cuantitativos, realizar cuatro muestreos para cuartear y llevar una muestra representativa del relave a laboratorio.

## **3.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **3.5.1 Determinación De Oro**

El proceso de determinación es muy accesible y sencilla, para muestrear un poco de relave, para luego ser recolectado en bolsas de polietileno y luego en un portador de muestras se lleva a laboratorio. Finalmente se puede analizar y caracterizas en base a los resultados del laboratorio.

### **3.5.2 Muestreo De Relaves**

Es necesario y de suma importancia para el proyecto de investigacion que el material muestra sea representativo de la zona esto con el fin de asegurar resultados reales comparables. El muestreo se realizó en 4 muestras representativas de puntos estratégicos.

La absorción atómica se realiza de cada muestra de relaves de 5 kilos se recolectan previamente homogenizado y cuarteada para así acumular 20 kilos de



muestra que es necesario para él envió a un laboratorio y realizar las pruebas correspondientes.

### **3.5.3 Muestra**

Es una porción extraída del total de una muestra conjunto porciones que permiten considerarla como representativa del mismo.

### **3.5.4 Muestreo**

Es la acción de recoger muestras representativas de la calidad o condiciones medias de un todo o la técnica empleada en esta selección o la selección de una pequeña parte estadísticamente determinada para inferir el valor de una o varias características del conjunto. (A.Alfaro, 2002).

## **3.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

### **3.6.1 EL Proyecto planta De Beneficio el “Manto**

Considera el beneficio de minerales en la planta mediante el sistema de trapiche-molienda de minerales.

### **3.6.2 Instalaciones de Procesamiento Y Servicios**

El área útil del proyecto es para la instalación del proyecto planta de beneficio “manto” trata minerales y relaves/auríferos procedentes de la Rinconada para amalgamado en molinos amalgamadores y su posterior refogado y refinado del oro obtenido

### **3.6.3 Recepción**

El material que ingresa a la planta de servicios se recepciona, identifica y pesa, antes de iniciar el tratamiento.

### 3.6.4 Chancado

El material decepcionado es sometido a un procedimiento de preparación mecánica que consiste en la reducción de tamaño, para el que se instalara una chancadora de quijadas, con una capacidad de procesamiento de 25 tn/d.

Se tiene una chancadora de mandíbulas de 10" x 16" material de hierro.



*Figura N° 2.* Chancadora

*Fuente:* elaboración propia

El área de chancado esta con piso de concreto para evitar contaminación y con muros de bloquetas con cemento que garantiza que personas ajenas no ingresen a la zona.

### 3.6.5 Molino Amalgamador

El material previamente reducido en tamaño, será introducido a molinos de bolas con una capacidad de 50kg, con el objeto de liberar el oro, en este proceso el material es molido hasta obtener una pulpa con tamaño de partículas hasta malla

100, para ello se usarán bolas de acero, este proceso tiene un área definida con piso de concreto, techo de calamina y canales de recolección de líquidos lo que permite no desperdiciar nada de agua y retornar todo en circuito cerrado el proceso metalúrgico.

### 3.6.6 Molino

Es un equipo metálico que sirve para disminuir el tamaño del mineral, moler, laminar o estrujar materias sólidas; Está constituida generalmente por dos piezas, una móvil y fija que gira sobre otra.

Además, se puede decir un equipo en plantas minero metalúrgicas para aplicar la conminación de rocas de mineral para reducir su tamaño y hacerlo apto para las etapas siguientes de procesamiento de dicho mineral.



*Figura N° 3. Área de molinos*

*Fuente: elaboración propia*



*Figura N° 4.* Canales de concreto

*Fuente:* elaboración Propia

### **3.6.7 Fundición y Refinería**

El oro refogado, será sometido a un proceso piro metalúrgico que consiste en fundir, a efecto de limpiar y reducir las impurezas. El proceso de fusión es con fusión directa el mercurio que será recolectado en una retorta hermética para evitar fuga de gases del proceso. El lugar es ventilado siendo necesario indicar que la fusión se realiza en pequeñas cantidades.

## **3.7 INSTALACIONES PRINCIPALES Y AUXILIARES**

### **3.7.1 Planta De Beneficio**

La planta de Beneficio Manto, operara dentro de un área de 200.m2, cercada con cerco de bloquetas y concreto, columnas de concreto armado, cuenta con una puerta de acceso, una principal de 4m, y una puerta de emergencia. Dentro de la planta se cuenta una distribución espacial donde cada componente tiene su lugar, con las medidas de seguridad correspondientes, debidamente señalizado:

- Zona de trapiche.
- Zona de Chancado.
- Zona de molinos.
- Zona de refogado.
- Zonas de relaves.



- Área de desechos sólidos.
- Zona de almacenamiento de insumos y productos.
- Área generación eléctrica.
- Área vigilancia.
- Tanques de almacenamiento de agua.
- Servicios higiénicos.

### **3.7.2 Fuentes De Energía**

La fuente de energía eléctrica para mover las maquinas es captada del sistema eléctrico de Ananea – Rinconada, la demanda energética es de 300 HP.

### **3.7.3 Abastecimiento De Agua**

El agua requerida para el proceso no se cuenta dentro del proyecto por lo que se compra de la empresa distribuidora de agua en una cisterna de 2000 gal el mismo que es depositado en un reservorio de concreto de 3m x 3m x 1 m los cuales serán distribuidos a 4 tanques de PVC de 1.5 m<sup>3</sup>, para abastecer a los molinos amalgamadores. 140 L/turno-molino por lo que para los 5 molinos se emplea 4 m<sup>3</sup>/d del circuito de decantación y clarificación se recupera el 70% del agua y se reutiliza en el proceso., por lo tanto, se requiere 1.5 m<sup>3</sup>/d de agua fresca.



*Figura N° 5.* Tanques de agua

*Fuente:* Elaboración propia

#### **3.7.4 Servicios Auxiliares**

Taller electromecánico Se estima instalar taller de labores primarias y de emergencia de reparación y mantenimiento:

- Soldadura autógena
- Taladro de bancos
- Soldadura eléctrica
- Herramientas en general

Almacenes Ambientes para almacenar equipos y materiales de repuestos existentes y otra obra auxiliar es el almacén de insumos químicos que servirá para almacenar temporal de los reactivos del proceso metalúrgico será construido con calamina y piso de concreto.



**Figura N° 6.** Almacenes

**Fuente:** elaboración propia

Oficinas administrativas Se tendrá oficinas generales correspondientes a los departamentos de operaciones administrativas. El campamento que se instalara en la planta es mínimo y de material de madera y calamina para el personal de supervisión y guardián de turno. Solo se queda a dormir en un cuarto de guardiania el guardián los demás se retiran diariamente a sus casas en el centro poblado de la Rinconada donde duermen retornan todos los días de trabajo a las 7.30am. a 5.00pm Cerco perimétrico Para toda la planta, cercado con material concreto, para dar seguridad al proyecto Residuos sólidos Residuos Domésticos Durante la etapa de operación del proyecto se generarán residuos sólidos domésticos, los cuales se han estimado en 10 kg/día. Todos los residuos domésticos o asimilables serán manejados en conformidad a los procedimientos actuales, depositándose en sitios transitorios en contenedores de PVC con la identificación de colores según el D.S 024 2016-MEM para disponerlos finalmente en el relleno sanitario del centro

poblado de la Rinconada. El plan de manejo de residuos peligrosos se estima un aprox. De 0.6 ton/mes que es manejado de acuerdo al proyecto.

Construcción de pozas sépticas durante el periodo de trabajo en terreno, los trabajadores utilizarán pozas sépticas existentes en las instalaciones de la Planta de Beneficio Manto en un lugar adecuado.

Efluentes y solidos generados Los efluentes líquidos producto del proceso de tratamiento de minerales, son depositados en tres pozas dos de sedimentación y una de clarificaciones líquido clarificado es recirculado. El sedimento (relaves) es almacenado en sacos de polietileno, debidamente almacenados para su posterior venta y retiro del área para tratamiento en plantas de cianuración.



*Figura N° 7.* Poza de clarificación

*Fuente:* elaboración propia

### **3.7.5 Localización y Disposición Del Depósito De Relaves**

#### **g. Proyecto Planta De Beneficio Manto**

en la cancha de acopio de relaves, se ha tomado en cuenta las consideraciones siguientes:



La fase de localización y disposición del depósito, se inicia con la definición de:

- Tipo de relaves

- Rango de producción
  - Vida útil del depósito
- Con dicho conocimiento, se efectuarán estimados preliminares del volumen de deposición requerido para la disposición de los relaves, los mismos que serán almacenados para su posterior venta a plantas de cianuración. Las pozas de sedimentación permiten que los relaves se contengan en la primera poza y por decantación el agua pase a la segunda poza de sedimentación y luego el agua pase a la poza de clarificación de donde se bombea el agua a los tanques para retornar el agua al proceso en un circuito cerrado. Los relaves sedimentados en la poza 1 y 2 se sacarán a un área de piso de concreto para que el agua escurra a las pozas y el relave seco será ensacado y comercializado.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron pruebas de laboratorio como se aprecia en los siguientes:

**Tabla 3.**

*Muestra 1*

Muestra	ASPECTOS
Numero	1
Nombre del que muestrea	Edgar Rubén Mamani Tipo
CODIGO DE LA MUESTRA	MN19016064
TIPO DE MUESTRA	Relave
Descripción de la muestra	Mineral
Unidades	gr./Tm
Au	6.037

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 4.**

*Muestra 2*

Muestra	ASPECTOS
Numero	1
Nombre del que muestrea	Rubén Mamani Tipo
CÓDIGO DE LA MUESTRA	MN19016065
TIPO DE MUESTRA	Relave
Descripción de la muestra	Mineral granulado
Unidades	gr./Tm
Au	3.687
Au (onzas)	0.10755

*Fuente: Elaboración Propia*

Método de ensayo a fuego para oro por reconocimiento absorción atómica, LAS-Laboratorios analíticos del sur-Arequipa.



## 4.1 ANALISIS

Como se puede apreciar el mineral que ingresa a la planta es de 6.037 gr/Tm

- Se puede observar sin embargo que en otras zonas se puede presentar el mineral de desmonte con 5 A 6 gr/Tm
- La recuperación de oro en los trapiches es de 45% en Au (tomando las recuperaciones más bajas entre los resultados de cabeza y ripios).
- La relación de recuperación es de 40% que representa en relación a la recuperación en otras tecnologías en Au de 75%
- El contenido de oro en los relaves es de 3.687 gr/Tm.

## 4.2 ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RELAVES

### 4.2.1 Descripción Del Proceso De Cianuración

Los relaves seleccionados y los molturados hasta malla 200 se adicionan una proporción de cemento y Cal de 6. Kg y 3 Kg respectivamente, por Tn. conteniendo la humedad en 12% y se almacena en la poza de lixiviación en un tiempo de 24h, y luego se procede con el riego del lecho de relave con una solución cianurada al 0.3% conseguir una solución pregnat o rica que pasa a un proceso primario Merrill Crowe. En el circuito cerrado las soluciones barren se enriquece con cianuro y bombeada a la poza de solución lixivante para el proceso.

Los desechos tóxicos que ingresan artesanalmente de manera manual, utilizando picos, palas y carretillas de la cancha de recepción y aglomeración de relave hacia depósitos conocidos como pozas de 4m \*4m.



**Figura N° 8.** Poza de cianuración

*Fuente: Elaboración Propia.*

Cuando el relve se deposita en el interior de las pozas de lixiviación, el material ese inunda con una solución de cianuro por encima del nivel del relave.

Después la solución de relave se reposa durante 24 horas, posterior a ello se procede a recuperar mediante la utilización de cianuro de sodio disolución de metales pesados, como reactivo precipitante (solvente) en la solución pregnat (soluto) y la variabilidad de color no indicaba que la disolución será efectiva.

#### **4.2.2 Insumos para el Proyecto de lixiviación**

- a) Cianuro de Sodio
- b) Cal
- c) cemento

#### **4.2.3 Sistema de seguridad e higiene industrial**

Se propone y se elige el representante de comité de los trabajadores de seguridad salud ocupacional y grupos de salvataje que conforman, teniendo como



líder el Supervisor y el gerente de la empresa ya que ambos tienen las responsabilidades del cumplimiento de las normas y compromisos de acuerdo a los cargos de jerarquía para el buen funcionamiento de las actividades del proyecto:

- a) Orientación y capacitación a los trabajadores en cuestiones de procedimientos de su actividad.
  - b) Señalar las áreas de operaciones con Implementación de las normas de seguridad.
  - c) Capacitación del personal de acuerdo a la normativa establecida por la autoridad competente.
  - d) Facilitar el manejo adecuado de los reactivos peligrosos así como cianuro, soda cáustica.
1. El relave es depositado manualmente hacia pozas de (4 x 4 x 2.5), utilizando carretillas de la cancha de almacenaje de relave.

Quando los relaves se depositan en las pozas de lixiviación,

2. Una vez depositado el relave en el interior de las pozas de lixiviación, el material se sumerge en una solución cianurada 10 cm por encima del relave.

Las siguientes características tenemos:

Fuerza de cianuro	:	650 a 900 ppm
Ph	:	11– 11.5
Temperatura	:	15° (ambiente)
Tempo. de descanso	:	72 horas
Tiempo. de lixiviación:		Pesadas las 72 horas



### **4.3 REACTIVOS**

#### **4.3.1 Cianuro**

El cianuro se prepara con agua no ácida a un pH neutro cuya concentración es 10% en peso. La solución lixivante tiene una concentración mínima en 0.05 - 0.10 % de NaCN como máximo.

La concentración es 8% en peso con un Ph neutro y la combinación de cianuro de sodio reactivo con agua no acida. La concentración mínima en 0.6-0.12% de NaCN como máximo.

#### **4.3.2 Cal**

Se agregación cal directamente en la descarga del mineral y mantener una alcalinidad de 11 a 11.5, su consumo será de acuerdo a cada mineral y está entre 0.3 a 3 kg.

### **4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROCESO DE CIANURACIÓN**

#### **4.4.1 Consideraciones**

Análisis y estudios económicos con el objetivo de la instalación de pozas de cianuración para la recuperación de Oro y con la utilización de carbón a partir de soluciones diluidas en un Proceso de Cianuración permitirá incrementar la producción de oro en la planta y generará mayores ingresos en la planta.

Debe precisar que existe las ventajas de la instalación debido que lo costos de implementación de la poza son bajas y permite la recuperación de oro determinado en laboratorio.



## **4.5 IMPACTO OCASIONADO POR OPERACIONES MINERAS**

### **4.5.1 Impacto Medio Ambiental**

Una vez que se identifiquen los potenciales impactos ambientales provocados por el desarrollo de las actividades de la planta de beneficio, también identificaremos las acciones correctivas y/o de mitigación para minimizar los posibles impactos.

### **4.5.2 En el ambiente físico**

#### **i. Sobre los Suelos**

- Primeramente, con material impermeable geotextil para la disposición acondicionar las áreas de desmontes y relaves tóxicos amalgamación.
- Con las condiciones técnicas que reúnan se construirán un relleno sanitario, de la misma manera se dará tratamiento a los residuos sólidos industriales (chatarra, los residuos domésticos dispuestos al ambiente.
- Se considera implementar un biodigestor en la planta para uso del personal y visitas.
- Evitar los derrames (relaves) que contengan altos niveles de mercurio y cianuro en el suelo, y canaliza dichos derrames con canaletas hacia tuberías que transporten los relaves a la cancha.

#### **ii. Sobre las aguas**

##### **a. Superficiales**

- La mitigación de las aguas ácidas ya generadas se conseguirá neutralizándola con calizas antes del vertido final.
- Se construirá pozas de concreto para sedimentar y clarificar el agua residual de la planta, se reutiliza en circuitos cerrados la solución barren.



- Se realizará la protección contra el contacto directo de las aguas servidas, el tratamiento mediante un sistema, consistente en tanque de percolación y un pozo séptico.

**b. Subterráneas**

Mediante la vigilancia continuo y análisis fisicoquímicos de aguas subterráneas destinadas a consumo (reservorios, puquios) con el fin de evitar que la solución de mercurio y cianuro contamine el acuífero por infiltración.

**c. Impactos a la topografía**

La evaluación de los impactos en la topografía es muy importante porque las características morfológicas del terreno condicionan al suelo. A si las infiltraciones en una cuenca condicionan la escorrentía superficial. El cambio topográfico es por fenómeno natural y por la actividad del hombre, las escorrentías superficiales e hidrologías. También, la calidad visual del terreno paisajístico tiene sus efectos morfológicos y cambios en la vegetación en cursos de agua teniendo efectos negativos con respecto a la calidad.

Las actividades de explotación en centro poblado de la mina la rinconada ha cambiado el paisaje original la morfología topográfica y las voladuras la explotación subterránea, el material estéril extraído de los socavones de la mina, disposición de desechos mineros. los depósitos de minerales de relaves y la operación del proyecto infraestructura necesaria de la infraestructura: planta de operación, oficinas, etc. Los componentes ambientales son impactados irreversiblemente, las condiciones originales no se restablecen en su mayoría.



### iii. Sobre el aire

La polución de material seco que en su mayoría contienen Hg y CN se mitigara mediante un sistema de riegos por aspersion durante los meses más soleados hasta el proceso dure su vida útil y luego será reemplazado por la rehabilitación post-cierre para su abandono definitivo, el sistema de condensación de vapor será mantenido constantemente para controlar la fuga del mercurio por retorta que los gases podrían escapar.

En las secciones de chancado y molienda de la planta está prácticamente controlado ya que la presencia de polvos es mínima debido a que el material a tratar viene de la mina en sacos y húmedos cada vez que se acumule la cantidad necesaria a procesar.

Las generaciones de pluma serán monitoreadas por un periodo para proveer de equipos de gases que no permitan monitorear para que no sobrepasen los límites máximos permisibles.

El impacto del aire se puede resumir en la emisión de polvo estimado de las actividades mineras como consecuencia del movimiento de tierras, el transporte del personal generara la emisión de polvo y gases, el generador eléctrico generara gases y polvos por la explotación minera, la planta concentradora y los depósitos de relaves genera emisiones de polvos.

Entre estas actividades existen mineros artesanales quienes recuperan el oro mediante la amalgamación con mercurio, generando gases que, pueden afectar la salud de los habitantes cuando son transportados por el viento.

## **4.6 RESIDUOS, TRATAMIENTO Y SU ALMACENAMIENTO**

El depósito de desechos mineros es almacenado en superficies de almacenamiento definitivos (como materia prima y desecho), residuos mineros.

Los desechos mineros producto del proceso metalúrgico en la planta concentradora metalúrgicas son: Soluciones canutadas que serán re bombeadas hacia las operaciones para riego de lixiviación.

### **4.6.1 Descripción de la cancha de relaves**

Es necesario indicar que por seguridad las plataformas de secado de relaves son de concreto. Zona donde se seca los relaves por decantación y el material solido se ensaca en sacos de polietileno y cargados en un camión fuera de la planta. Sin embargo, de acuerdo a la normatividad vigente, se realiza un estudio correspondiente al lugar de almacenamiento de relaves y drenajes, los espacios de sedación de líquido y sólido para su posterior proceso de destrucción de cianuro.

Debe realizarse de acuerdo a la normativa ambiental, de manera que al llegar a su vida útil a la misma velocidad que operan en las condiciones en la fase de fin de la recuperación y/o rehabilitación de la superficie del depósito indicado, evitando así los efectos de la erosión por viento y precipitación fluvial.



## V. CONCLUSIONES

- La ley de cabeza calculada del mineral caracterizado es de 8.193g/TM de Au.
- En base a los resultados obtenidos del “Laboratorios Analíticos del Sur – Arequipa”. Podemos observar que aún queda la cantidad de 3.687gr. de oro por tonelada de mineral procesado en los trapiches.
- Con las leyes de cabeza calculada y del relave final se obtiene una recuperación de 45% de Au en los trapiches.
- La ley del relave final es 3.687 gr/TM de oro, por ende. Es necesario implementar un proceso de cianuración en pozas para incrementar la extracción eficiente de oro en la planta beneficio el manto.
- Los costos de implementación de cianuración en pozas son bajos en comparación de otro proceso metalúrgico.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar pruebas Metalúrgicas, con mineral de desmonte para una comparación de recuperación en pozas.
- Se recomienda realizar pruebas metalúrgicas utilizando reactivos que no afecten negativamente al medio ambiente.
- Se recomienda realizar pruebas continuas para implementar tecnologías limpias en la recuperación del oro y eliminar impactos ambientales y socialmente.
- Se recomienda realizar todos los trabajos, con el uso estricto de los equipos de protección personal.
- Se recomienda la seguridad primero para cuidar la salud de cualquier trabajador que realice los trabajos.
- Se recomienda el cuidado del medio ambiente debida al deterioro de todos los elementos del ambiente por la actividad y la utilización de los reactivos contaminantes.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Alfaro, M. (2002). *Introducción al muestreo minero*.
- Alegre. (2014). *Caracterización de relaves minero-metalúrgicos coloniales localizados sobre la microcuenca del río San Miguel, una de las vertientes del lago Titicaca*.
- Ames, C. y Lovera, D. (2012). *Control de variables en el espesador de cono profundo en la recuperación de relaves altamente fluibles*. Lima: Artículo de investigación Universidad Nacional Mayor de San Marcos
- Corcuera, U. (2012). *Pruebas Metalúrgicas de Cianuración del Mineral del Proyecto Crespo . Peru*.
- Cabrejos, A. (2011). *Estudio de prefactibilidad para la recuperación de agua a partir de relaves de gran minería de cobre mediante la tecnología de relaves espesados*. Lima: Tesis de la Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de ingeniería geológica minera y metalúrgica.
- Delgado, J., & Barbara, C. (2018). *Caracterización de residuos mineros y diseño preliminar de un sistema de acopio en el distrito minero de zaruma portovelo ecuador*.
- Estrada. (2012). *Diseño de procesos para recuperar oro y plata desde el depósito de relaves de minera meridiam*.
- Jiménez, O. (2020). *Titulado, "Identificar las causas de los impactos ambientales producidos por la actividad minera sobre los recursos hídricos que desembocan al lago Titicaca – Puno", (Tesis de maestría) de la universidad paulo freire Nicaragua*



- justo rojas,luis fredy. (2012). Recuperación de níquel y cobalto del mineral de la mina Trapiche - Andaychagua. En *Recuperación de níquel y cobalto del mineral de la mina Trapiche - Andaychagua*.
- Lopez. (2011). *Concentración gravimétrica centrífuga de oro plata y su implementación en el circuito de molienda de la Mina El Pilón. mexico*.
- Medvinski-Roa, G., Caroca V, & Vallejo J. (2015). *Informe sobre la situación de los Relaves Mineros en Chile para ser presentado en el cuarto informe periodico de chile para el comite de derechos economicos sociales y culturales perteneciente al consejo economico social de naciones unidas*.
- Palomino, M. y. (2009). “*La soda caustica en la cianuración de concentrados de oro en minera Ananea Puno*”.
- Piscoya. (2011). *Contaminacion ambiental en piura. piura*.
- Sirichaqui. (2016). *Estudio de la metodología de evaluación de riesgos mas eficaz para las instalaciones abandonadas de residuos mineros*.
- Sanchez V. (2019) “*Estudio Del Relave Minero De La Planta De Beneficio Santa Lucía Código 191038 Del Sector La Maravilla De La Parroquia Pucará, Cantón Pucará, Provincia Del Azuay, Con Fines De Utilización En Morteros De Pega De Unidades De Mampostería.*” *Universidad Nacional De Loja*.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21631/1/S%C3%A1nchez%20Valverde%2C%20Yohana%20Estefan%C3%ADa.pdf>.
- Soto, E. (2017). En “*Reaprovechamiento de residuos industriales de la Minería - Metalúrgica y poliestireno expandido, en la elaboración de adoquines para Piso Rímac - 2017*”.



Valderrama, C. O. (2012). *Amalgamación De Concentrado De Oro Obtenido*

Vargas Gonzales, J. (2014). *Evaluacionde un circuito de molienda y clasificacion  
guayaquil.*

Velita, L. (2018). *Propuesta De Tratamiento Del Depósito De Relaves.*



## ANEXOS



### Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado  
Arequipa - Perú

Telf. (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com

---

#### INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-19-08011

Fecha de emisión: 20/12/2019

Página 1 de 1

Señores: MAMANI TIPO EDGAR RUBEN  
Dirección: AV. FLORRAL N°835 - PUNO  
Atención: MAMANI TIPO EDGAR RUBEN  
Recepción: 18/12/2019  
Realización: 18/12/2019  
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra

**Métodos ensayados**  
\*551 Método de Ensayo a fuego para Oro por reconocimiento Absorción atómica

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*551 Au	
				g/TM	ca/TC
MN19016095	MAMANI TIPO EDGAR RUBEN	No proporcionado por el cliente	Mineral Gran	3,687	0,10755

Fin del informe

  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Soto Vicente Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Quinto C.I.P. 19414

\*«Valor numérico»=Límite de detección del método, \*«Valor Numérico»=Límite de cuantificación del método  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.  
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento le anula.  
Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa Perú  
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel.sur.com



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo EDGAR RUBEN MAMANI TIPO  
identificado con DNI 44427105 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado

Título Profesional denominado:

" INC: METALURGISTA- CARACTERIZACION DE LOS RELAVES DEL PROCESO METALURGICO CON TRAPICHES DE LA PLANTA DE BENEFICIO EL MANTORINCOVADA PUNO "

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 07 de MARZO del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo EDGAR RUBEN MAMANI TIPO  
identificado con DNI 4442705 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado  
 Título Profesional denominado:

“ING: METALURGISTA - CARACTERIZACIÓN DE LOS RELAVES DEL PROCESO  
METALURGICO CON TRAPICHES DE LA PLANTA DE BENEFICIO RINCONADA PUNO  
” Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 07 de MARZO del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella