

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**T E S I S**

**Evaluación ambiental de los efectos negativos producidos por la  
relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la  
Comunidad Campesina de San Miguel del distrito de Yanacancha-  
2022**

**Para optar el grado académico de Maestro en:**

**Gestión del Sistema Ambiental**

**Autor:**

**Ing. Angel Carlos HUAMAN MARTEL**

**Asesor:**

**Dr. Rubén Edgar PALOMINO ISIDRO**

**Cerro de Pasco - Perú - 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**T E S I S**

**Evaluación ambiental de los efectos negativos producidos por la  
relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la  
Comunidad Campesina de San Miguel del distrito de Yanacancha-  
2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. José Luis SOSA SANCHEZ**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión  
Escuela de Posgrado  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 041-2023- DI-EPG-UNDAC**

La Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:  
**Ángel Carlos HUAMAN MARTEL**

Escuela de Posgrado:  
**MAESTRÍA EN GESTIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL**

Tipo de trabajo:  
**Tesis**

TÍTULO DEL TRABAJO:  
**EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS  
POR LA RELAVERA DE LA EMPRESA MINERA SAN MIGUEL UBICADO EN  
EL ÁREA DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE SAN MIGUEL DEL  
DISTRITO DE YANACANCHA-2022**

**ASESOR (A):**

Índice de Similitud:  
**17%**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 04 de abril del 2023



Dr. Julio César Carhuarera Meza  
Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado  
UNDAC  
Pasco - Perú

cc. Archivo  
JCM/EPG

SISGEDO - EPG
Reg. Doc. 00325770
Reg. Exp. 00186363

## **DEDICATORIA**

Dedico a mis padres

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres

## RESUMEN

El tratamiento de los relaves mineros en el Perú es motivo de grandes controversias y es generadora de una imagen negativa por los impactos ambientales estas impactan al suelo, agua y aire, lo que sucede en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel ubicado en el distrito de Yanacancha donde se tiene acumulado más de 50000 m<sup>3</sup> de relaves sin protección alguno lo cual está trayendo efectos ambientales negativos al ambiente de este lugar, por lo que la presente investigación tiene como propósito evaluar los efectos negativos producidos por la relavera, en la que se empleó un enfoque cuantitativo, no experimental descriptivo y como muestra el monitoreo al agua en 5 puntos, divididos 3 aguas abajo y 2 aguas arriba, también la medición del área de suelo impactado por la relavera, llegando a concluir que en el cuerpo de agua los cambios en el %DO, ppmTds y uS/cm la variación es significativa asimismo, la relavera N° 02 no tiene un muro de contención lo cual es un riesgo a la naturaleza esta relavera contiene 16,740 m<sup>3</sup> de relavera al estar sin medidas de contención puede deslizarse a cualquier momento afectando a las aguas del río Pucayacu y por ende aguas abajo. Por otro lado, la relavera N° 01 necesariamente necesita el mantenimiento del muro de contención ya que esta relavera contiene 32,192 m<sup>3</sup> de relaves acumulados de no dar mantenimiento puede deslizarse a cualquier momento afectando a las aguas del río Pucayacu y por ende aguas abajo y finalmente los componentes de planta concentradora y bocaminas es necesario la limpieza y tratamiento de mineral lo cual ayudaría en evitar la generación de lixiviados en la zona.

**Palabras claves:** Relaveras, planta concentradora y bocaminas, río Pucayacu, suelo, agua y aire.

## ABSTRACT

The treatment of mining tailings in Peru is a source of great controversy and generates a negative image due to the environmental impacts on the soil, water and air, which occurs in the area of the San Miguel Peasant Community located in the district of Yanacancha where more than 50,000 m<sup>3</sup> of tailings have accumulated without any protection, which is bringing negative environmental effects to the environment of this place, so this research aims to assess the negative effects produced by the tailings dam, which used a quantitative approach, This research has the purpose of evaluating the negative effects produced by the tailings dam, in which a quantitative, non-experimental descriptive approach was used and as a sample the monitoring of water at 5 points, divided into 3 downstream and 2 upstream, also measuring the area of soil impacted by the tailings dam, concluding that in the body of water the changes in the %DO, ppmTds and uS/cm variation is significant as well, Tailings dam No. 02 does not have a retaining wall, which is a risk to nature. This tailings dam contains 16,740 m<sup>3</sup> of tailings, as it is without containment measures, it could slide at any time affecting the waters of the Pucayacu River and therefore downstream. On the other hand, tailings dam No. 01 necessarily needs the maintenance of the retaining wall because this dam contains 32,192 m<sup>3</sup> of accumulated tailings and if not maintained it could slide at any time affecting the waters of the Pucayacu River and therefore downstream and finally the components of the concentrator plant and mine mouths need cleaning and treatment of ore which would help prevent the generation of leachate in the area.

**Keywords:** tailings, concentrator plant and mine mouths, Pucayacu river, soil, water and air.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación ayudara a resolver el problema del desconocimiento de los pobladores de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanacha de los impactos ambientales negativos a los factores ambientales del entorno de este componente ambiental.

El objetivo de la presente investigación es determinar los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanacha-2022.

Es estudio tiene como reseña del antecedente relacionada a lo realizado por Yohannessen Karla (2014) en su investigación titulada: “Efecto de la exposición al MP2.5 proveniente de relaves mineros en la función pulmonar en escolares de chañaral, III región, Chile. El presente estudio es la primera aproximación al estudio de los efectos en la salud respiratoria por la exposición a MP proveniente de relaves mineros en los habitantes de Chañaral. La función respiratoria de los escolares residentes en la ciudad de Chañaral se ve afectada por aumentos en los niveles de MP, en especial el MP2.5; y la variación de la CVF podría dar luces de que estos niños actualmente podrían presentar efectos de la exposición a largo plazo. Se requiere la aplicación de medidas para controlar o disminuir la exposición en esta población y se espera que la evidencia generada contribuya a que esto suceda”

**El Autor.**



## ÍNDICE

**Página.**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	11
1.2.	Delimitación de la investigación .....	12
1.3.	Formulación del problema.....	13
1.3.1.	Problema general .....	13
1.3.2.	Problemas específicos .....	13
1.4.	Formulación de objetivos .....	13
1.4.1.	Objetivo general .....	13
1.4.2.	Objetivos específicos.....	13
1.5.	Justificación de la investigación.....	14
1.5.1.	Justificación ambiental .....	14
1.5.2.	Justificación social.....	14
1.5.3.	Justificación económica.....	14
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	14

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio .....	16
2.1.1.	Antecedentes Internacional .....	16
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	18
2.1.3.	Antecedentes Locales .....	21

2.2.	Bases teóricas - científicas.....	23
2.3.	Definición de los términos.....	41
2.4.	Formulación de hipótesis.....	43
2.4.1.	Hipótesis general .....	43
2.4.2.	Hipótesis específicos .....	44
2.5.	Identificación de las variables .....	44
2.5.1.	Variable 1 .....	44
2.5.2.	Variable 2 .....	44
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	44

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación .....	46
3.2.	Nivel de la investigación .....	46
3.3.	Métodos de investigación.....	47
3.4.	Diseño de la investigación.....	47
3.5.	Población y muestra .....	47
3.5.1.	Población .....	47
3.5.2.	Muestra .....	47
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	47
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	48
3.8.	Técnicas de procesamientos y análisis de datos.....	48
3.9.	Tratamiento estadístico.....	49
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	49

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	50
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	57
4.3.	Prueba de hipótesis .....	65
4.4.	Discusión de resultados .....	67

#### CONCLUSIONES

#### RECOMENDACIONES

#### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

#### ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

	<b>Página.</b>
Tabla 1. Escala de valoración de la intensidad del impacto .....	39
Tabla 2. Escala de valoración de la extensión del impacto .....	40
Tabla 3. Escala de valoración de la duración del impacto .....	40
Tabla 4. Escala de significancia de la magnitud del impacto.....	41
Tabla 5. Operacionalización de Variables e Indicadores .....	45
Tabla 6. Coordenadas UTM de la bocamina .....	52
Tabla 7. Coordenadas UTM de la bocamina .....	53
Tabla 8. Coordenadas UTM de la relavera.....	54
Tabla 9. Coordenadas UTM de la relavera.....	55
Tabla 10. Parámetros físicos del agua .....	57
Tabla 11. Estadísticas de grupo de la muestra aguas abajo y arriba.....	58
Tabla 12. Evaluación de la significancia de los impactos ambientales .....	59
Tabla 13. Prueba de muestras independientes .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página.</b>
Figura 1. Método de relave aguas abajo .....	25
Figura 2. Método de relave aguas arriba .....	26
Figura 3. Método de relave – Eje Central.....	27
Figura 4. Ubicación Nacional, Departamental y Distrital .....	51
Figura 5: Imágenes de la Bocamina- San Miguel .....	52
Figura 6. Imágenes de la Bocamina- San Miguel.....	53
Figura 7. Relavera N° 01- San Miguel .....	54
Figura 8. Relavera N° 01- San Miguel .....	55
Figura 9. Toma de muestra P1 aguas abajo con el multiparámetro Hanna .....	57
Figura 10. Imagen del Componente de la Bocamina en San Miguel .....	63
Figura 11. Imagen del Componente de la Planta Concentradora en San Miguel.....	64
Figura 12. Imagen del Componente de la Relavera N° 01 en San Miguel.....	64
Figura 13. Imagen del Componente de la Relavera N° 02 en San Miguel.....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Anexo 2. Relave con presencia de desmonte de mina totalmente sin protección

Anexo 3. Vista de la relavera sin ningún protección afectando los factores ambientales

Anexo 4. Lixiviación de la relavera

Anexo 5. Muro de protección

Anexo 6. Carretera de la vista de la relavera

Anexo 7. Lixiación de la relavera

Anexo 8. Bocamina

Anexo 9. Planta concentradora

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

“El tratamiento de los relaves mineros en el Perú es motivo de grandes controversias y es generadora de una imagen negativa por los impactos ambientales que conllevan a una contaminación sistemática del agua o del subsuelo” (Villena-Chávez, 2018).

“El riesgo del mal manejo de los relaves mineros proviene tanto de la manera en que se le gestiona (confinamiento, recolección, transporte y tratamiento), y en la alta toxicidad de sus componentes (As (arsénico), Cd (cadmio), Cu (cobre), Pb (plomo), Hg (mercurio), Cr (cromo), Se (selenio), Zn (zinc), entre otros), lo que agrava su peligrosidad y su potencial como generador de impacto contaminantes. Los aspectos críticos de salud-enfermedad-atención por el efecto de la minería que adolecen las familias son: silicosis, neumonía, cáncer, entre otras, los que no pueden ser examinados como deducción de

riesgos aislados o puntos determinantes, sino como un desarrollo complejo y dinámico organizados alrededor de los modos de vida y, por tanto de reproducción social, comprendiendo que dichos modos de vida o costumbres sociales son afectadas por las condiciones de sus actividades diarias, e impactan directamente a los genotipos y fenotipos de los sujetos singulares como por ejemplo la modificación drástica del paisaje de la ciudad, debido al cambio tecnológico actual” (López-Espinosa et al., 2005; Kukoc-Paz, 2020).

Como se mencionó anteriormente los relaves al estar expuestos al medio ambiente sin ningún tratamiento y/o protección traen consecuencias de impacto al suelo, agua y aire. De igual forma está sucediendo en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel ubicado en el distrito de Yanacancha donde se tiene acumulado más de 50000 m<sup>3</sup> de relaves sin protección alguno lo cual está trayendo efectos ambientales negativos al ambiente de este lugar.

Asimismo se tiene bocamina y la planta de beneficio que se encuentra expuesto al ambiente lo cual ello está generando drenaje ácido de mina de la bocamina y de la planta y esta a su vez esta afectando al río Pucayacu a diario y más aún en épocas de lluvias donde se intensifica los drenajes al río, por estos dos componentes también el impacto que se esta generando afecta a la calidad de suelo y pastos de la zona, por ende afecta a la actividad ganadera, es por ello la importancia que tiene la presente investigación la de identificar estos impactos ambientales negativos a los factores ambientales de esta zona.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La investigación se realizará en el área de los terrenos de la Comunidad Campesina de San Miguel ubicado en el distrito de Yanacancha, Provincia y Región Pasco.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuáles son los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cuál es el volumen total de relaves acumulado por la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022?

¿Qué factores ambientales están siendo afectados por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022?

¿Tiene algún de plan de cierre la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

Determinar el volumen total de relaves acumulado por la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022.



Evaluar los factores ambientales están siendo afectados por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022.

Examinar si se tiene algún plan de cierre para la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022.

## **1.5. Justificación de la investigación**

### **1.5.1. Justificación ambiental**

La presente investigación será de vital importancia ya que identificaremos y daremos a conocer los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022.

### **1.5.2. Justificación social**

La presente investigación ayudara a resolver el problema del desconocimiento de los pobladores de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha de los impactos ambientales negativos a los factores ambientales del entorno de este componente ambiental.

### **1.5.3. Justificación económica**

Existe interés en los pobladores del Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha a fin de prevenir en la generación de efectos a la salud y por ende la economía excesiva en los gastos de tratamiento en la salud.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

La presente investigación se limita por la escasas de estudios relacionados a las operaciones de las actividades de la Empresa Minera San

Miguel, sin embargo en el tema de la evaluación del impacto ambiental por medio de la matriz de Leopold, existe una considerable información.

En relación a los estudios de los relaves mineros, se halló una considerable bibliografía, comenzando desde la extracción de los minerales en la época colonial hasta en la actualidad en la minería nacional y en la Latinoamérica.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacional**

**Según Menéndez Julio (2021)** en su investigación titulada: “Contaminación del agua y suelo por los relaves mineros”

“El presente documento tiene como objetivo discutir y analizar los efectos de la contaminación del agua y suelo producto de los residuos de relaves mineros. La actividad económica se basa principalmente en la explotación de los minerales, siendo exclusivos el oro y el uranio. En dichas actividades mineras es imposible la degradación de los desechos provenientes de los relaves, los mismos que contaminan los suelos, aguas superficiales, subterráneas y por ende en los ecosistemas tanto terrestres, como marinos y sus productos a consumir, como los peces y productos agrícolas, en detrimento de la salud de las poblaciones aledañas a las mineras. La presencia de elementos químicos y su

alta toxicidad de sus componentes agrava su peligrosidad y su potencial como generador de impactos contaminantes en la salud de las personas y que sufran alteraciones altamente nocivas. Se revisaron 52 artículos arbitrados e indexados de las bases de datos Scopus y Scielo entre los años 2017 al 2020, los efectos de la contaminación del agua y suelo producto de los residuos de relaves mineros. Se concluye que los relaves mineros y el impacto medioambiental ante un proyecto de minería es inevitable, sobretodo en la degradación de los suelos, aguas superficiales, subterráneas y el aire. Esta contaminación provoca la presencia de elementos, minerales y metaloides, que originan perturbaciones en los modos de vida de las poblaciones humanas. Es necesaria la promulgación de las normas que puedan regular e impedir que la contaminación de los relaves siga afectando a la población y al medio ambiente. Finalmente esta revisión ha permitido percibir la necesidad de mayor información que si bien puede existir, existe una urgencia imperiosa del estudio sobre el impacto de contaminación de los relaves mineros sobre la salud humana y ecosistémica”.

**Según Montaña Jorge (2012)** en su investigación titulada: “Impacto de la contaminación minera y su incidencia en la oferta y demanda de los productos agrícolas, caso de la papa, cebada y quinua proveniente del municipio el Choro-La Paz Bolivia”

“Una de los sectores estratégicos de la economía que tiene una alta incidencia en la contaminación hídrica, es la minería, por su extremo rezago tecnológico en nuestra sociedad y sus dificultades para acceder a innovaciones tecnológicas, falta de capital y financiamiento que dificultan la posibilidad de aplicar con éxito prácticas orientadas a preservar el medio ambiente. Por lo cual se plantea el problema de investigación: ¿Cómo incide la contaminación minera

hídrica del Rio Desaguadero, sobre la oferta y demandas de los productos agrícolas, caso de la papa, cebada y quinua cultivadas en el municipio El Choro?. Donde nuestro objetivo del trabajo es evaluar los efectos que causa la Contaminación Minera sobre el Rio Desaguadero, los cuales afectan negativamente a los cultivos agrícolas del municipio El Choro, provocando una pérdida de bienestar a otros agentes como en los productores con los costos implícitos que implica la externalidad negativa y en los consumidores propensos a la contaminación minera. La investigación se utilizaron instrumentos estadísticos como: la Chi cuadrada y encuestas. La intensa contaminación antropogénica en el Rio Desaguadero, evidencia la influencia que la actividad minera es responsable por el impacto que causa al medio ambiente, contaminando las aguas del Rio Desaguadero con drenajes ácidos y elevadas concentraciones de metales pesados, donde las concentraciones de estos elementos alteran a las regiones que se encuentra en el trayecto del Rio Desaguadero”.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Juárez Bryan (2020)** en su investigación titulada: “Evaluación de riesgo ambiental del relave minero- metalúrgico de la planta de beneficio Tiquillaca, Una - Puno”.

“El proyecto tiene como objetivo evaluar el riesgo ambiental del relave minero – metalúrgico de la planta de beneficio Tiquillaca, UNA –Puno. Definitivamente los relaves mineros sin un sistema de gestión ni un plan de contingencia tienen potencial de causar daño al medio ambiente, buscamos una minería amigable con el medio ambiente, tal como lo indica (Liao G, Liao D, & Li Q, 2008); los resultados del análisis de metales pesados y metaloide (As),

indicaron valores altos en ppm de (As), 474.74; 177.72; 306.99 y 203.54; (Cd), 120.29; 31.96; 36.56 y 114.11; (Cr), 16.83; 11.99; 55.88 y 41.69; (Cu), 495.4; 238.8; 1449 y 1815; (Pb), 7636; 2446; 10000 y 10000; (Zn), 8791; 3556; 5377 y 9185, cabe resaltar que de estos elementos mencionados se rescatan al Cu, Fe, Pb y Zn como elementos de interés económico, los mismos que son elementos con potencial de causar daño, por su toxicidad, al medio ambiente y la salud humana, tal como se indica en la valoración RIAM, teniendo dos impactos significativos negativos: Modificación de la calidad del agua por erosión del relave y modificación de la calidad del agua por el incremento de metales pesados en su concentración así como un impacto negativo moderado relevante: modificación de la calidad del aire por dispersión de metales pesados producidos por condiciones climáticas. El relave se encuentra en un estado de costra superficial (por resequedad), en consecuencia se produce erosión del mismo y este finalmente por acción del viento es transportado a diferentes biotopos llegando a la conclusión que se tiene un riesgo ambiental por el relave del CIP Tiquillaca como pasivo ambiental en estado inactivo; obteniendo como resultado en base a los ya mencionados dos impactos significativos negativos y un impacto negativo moderado relevante; un 74.67% de riesgo ambiental en el entorno humano, 57.33% de riesgo ambiental en el entorno natural y 40.00% para el entorno socioeconómico, teniendo como promedio aritmético 57.33% de riesgo ambiental, el cual corresponde en la escala de evaluación de riesgo ambiental como “moderado”

**Maria Chappuis (2019)** en su investigación titulada: “Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú”.

“Es indudable el aporte de la minera a la economía del Perú y su gran potencial mineralógico que lo ubican dentro de los principales productores a nivel mundial de múltiples metales. Sin embargo, también se aprecian sitios abandonados o huérfanos, en dónde no se llevaron a cabo labores de rehabilitación inmediata y propiciaron la aparición de Pasivos Ambientales Mineros (PAMs), los que en la actualidad se estiman en 8.794. Si bien, se ha avanzado en la identificación, la caracterización y la evaluación de los PAMs, se puede decir que aún existen desafíos en materia legal, institucional, financiera y técnica para alcanzar una mejor gestión y mayor remediación. En base a lo expuesto a lo largo de este estudio, se entregan diversas recomendaciones para llevar a cabo y reforzar una adecuada gestión de los recursos mineros, que prevenga la generación de nuevos PAMs, tomando en cuenta la realidad legal, institucional y financiera del Perú”.

**Según Cuentas Mario, Viza Owl, Avalos Américo y Huisa Fidel (2019)** en su investigación titulada: “Evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros en la comunidad de Condoraque – Puno”.

“La minería, genera impactos ambientales y sociales no importa donde ocurra. En el pasado generalmente no se realizaba el cierre de las minas y solo se abandonaban; generándose los llamados pasivos ambientales mineros (PAMs). En la Comunidad de Condoraque se encuentra la mina Palca XI, importante productor de tungsteno en el pasado, en la zona existen importantes PAMs que constituyen un riesgo permanente y potencial para las personas, el ambiente y las actividades económicas de la comunidad. El objetivo del proyecto fue la evaluación simplificada de riesgos por contaminación utilizándose la metodología propuesta por Golder Associates. Se identificaron

siete PAMs. Los resultados indican que, el drenaje que fluye de la rampa San Marcelo y la infiltración del mismo en la napa freática tiene índices de probabilidad de ocurrencia alto, pero sus consecuencias son: alta con respecto a la vida acuática, moderada con respecto a la vida terrestre, baja con respecto a las personas y despreciable con respecto a la agricultura y la ganadería; El depósito de relaves y el botadero de desmonte presentan un índice de probabilidad de ocurrencia medio y con consecuencias bajas para las personas, el ambiente y las actividades económicas; El bofedal presenta impactos negativos de los efluentes ácidos que han discurrido sobre el mismo proveniente de la laguna Choquene; Los restos de infraestructura presentan ocurrencia y consecuencias bajas, en algunos casos despreciables. Finalmente, se recomienda la evaluación de riesgo detallado con respecto a personas, bofedales, fauna terrestre y acuática y la actividad ganadera de la zona”.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

**JULCA, Karen (2018)** en su investigación titulada: “Evaluación de los Impactos Ambientales generados por el funcionamiento de la Planta Complementaria de beneficio de minerales oxidados en el Distrito de Simón Bolívar de Rancas perteneciente a Volcán Compañía Minera S.A.A”

“Volcan Compañía Minera S.A.A., empresa minera peruana dedicada a la extracción y beneficio de minerales, así como a sus actividades conexas; viene operando la “Planta Complementaria de Beneficio de Minerales Oxidados”, ubicado en el distrito de Simón Bolívar de Rancas de la provincia y departamento de Pasco. En la investigación realizada nuestro objetivo fue evaluar los impactos ambientales se generan por el funcionamiento de la planta complementaria de beneficio de minerales oxidados en el distrito de Simón



Bolívar de Rancas perteneciente a Volcan Compañía Minera S.A.A. V El método de investigación utilizado comprendió dos fases, primero la Identificación de las actividades de la empresa y en segundo lugar el diagnóstico de los impactos ambientales y su ponderación mediante la matriz de Leopold. Teniendo como conclusiones, donde los factores ambientales y la población del distrito de Simón Bolívar de Rancas, son impactados negativamente producto de las actividades diarias, desde el movimiento de mineral que se realiza en los Stock Piles y en el transporte, se genera material particulado que son arrastrados por los vientos a las zonas aledañas. Los factores ambientales de la zona del cerro Shuco y áreas alrededores como a la Topografía, Paisaje, Calidad de aire, Calidad de Suelos y Calidad de agua, cuyo impacto determinado es negativo (alto) con resultado de -7.2.”

**Ledesma, Julio (2019)** en su investigación titulada: “Propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco para su remediación ambiental, basada en experiencias exitosas en empresas mineras”.

“Esta investigación, buscó determinar en qué medida favorece la propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco para su remediación ambiental, basada en experiencias exitosas en empresas mineras. 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. El muestreo se realizó por la técnica no probabilística, por conveniencia. La propuesta de tratamiento del depósito de relaves tiene dos partes: La primera

etapa, actualmente con relaves secos de 79.38 Ha será remediado con encapsulamiento de geomembranas y cobertura de tierra orgánica para revegetar con plantas nativas. Para esta etapa se procederá a realizar la cobertura y revegetación. La segunda etapa será realizada una vez que el estanque de aguas ácidas se haya secado. Esto será posterior al cierre definitivo del depósito de desmontes y luego del encapsulamiento del depósito de relaves de Quiulacocha (primera etapa). Esta propuesta tendrá efectos positivos en la población y en la recuperación de los recursos naturales como es el suelo y agua”.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **Relave**

Consejo Internacional de Minería y Metales -ICMM (2021)

“Los relaves son un subproducto común del proceso de recuperación de los metales y los minerales. En general, consiste en un lodo líquido compuesto de agua y partículas finas de metales y minerales. Se crea cuando el mineral extraído se tritura y se muele finamente en el proceso de molienda. Desde la molienda, los relaves se suelen bombear hacia depósitos que generalmente se construyen a partir de presas de tierra. A medida que el residuo arenoso de los relaves se va drenando gradualmente, se compacta y se seca, se pueden plantar pasto y demás vegetación para estabilizar el ambiente mediante un proceso de recuperación. Antes de que el agua de los relaves se pueda reutilizar o descargar en el sistema de desagüe local, se le debe hacer un tratamiento para extraer las sustancias nocivas que puedan contaminar el ambiente o poner en riesgo la salud y el bienestar de las comunidades locales cercanas. Sin las precauciones adecuadas, los relaves pueden provocar consecuencias negativas crónicas en el ambiente y en la salud y el bienestar de las personas, ya que la contaminación

que proviene de las aguas residuales y la emisión de polvo puede ser tóxica para las personas, los animales y las plantas. Si un depósito de relaves tiene fallas estructurales, se pueden producir efectos negativos graves que pueden generar mucho daño. Si eso sucediera, los materiales líquidos de los relaves podrían provocar una inundación y afectar enormemente el ambiente que rodea los depósitos, e incluso podrían causar la pérdida de vidas humanas”.

### **Gestión de relaves**

Consejo Internacional de Minería y Metales -ICMM (2021)

“La gestión de los relaves, durante y después de la minería, es una responsabilidad que tienen las empresas mineras a largo plazo y está sujeta a varios regímenes de regulación. La gestión de los relaves tiene que ser eficaz durante toda la operación, desde la evaluación inicial de la factibilidad del proyecto hasta el cierre y el poscierre. Las precauciones que se toman cuando termina el proceso pueden variar en gran medida según el tipo de relaves. Cuando los relaves no contienen sustancias nocivas, se drena el agua de los depósitos para asegurar la estabilidad física, y luego se les da forma y se los cubre con tierra y vegetación para crear un relieve estable. En otros casos, se deberán tomar medidas a largo plazo para asegurar la estabilidad física y química, así como el posterior uso seguro de la tierra de los depósitos de relaves. La catástrofe que provocaron las fallas en las represas de Mount Polley (Canadá) en 2014, las de Samarco (Brasil) en 2015 y las de Brumadinho (Brasil) en 2019, sirvieron como un crudo recordatorio de que aún queda mucho por hacer para cumplir el objetivo de no provocar ningún daño”.

### **Tipos de depósitos de relaves**

Consejo Internacional de Minería y Metales -ICMM (2021)

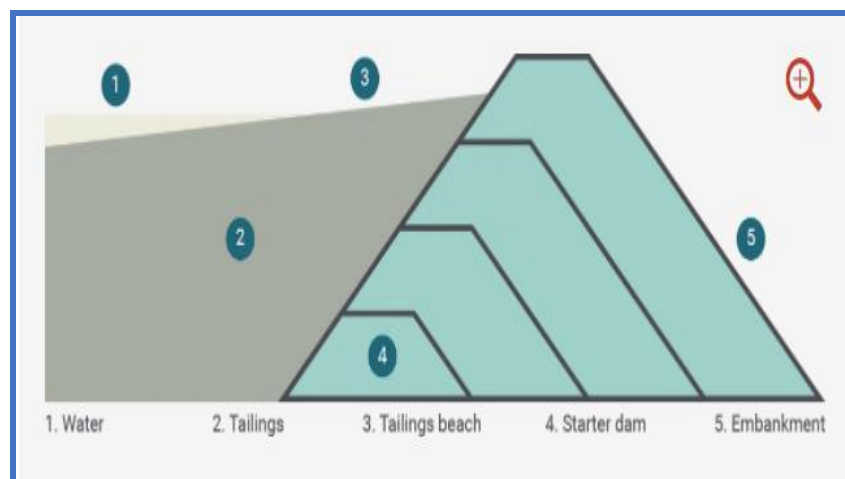
“Los relaves pueden depositarse de distintas formas en función de muchos factores, por ejemplo, la topografía del lugar, las precipitaciones de cierta zona, el registro de actividad sísmica regular o irregular, el tipo de metal o mineral que se extrae y la cercanía de la mina respecto de las zonas pobladas. No hay una sola solución para todos los casos; cada depósito de relave es único. Es fundamental identificar el método más adecuado para construir depósitos para los relaves para garantizar la operación segura y sostenible de la instalación. Los depósitos de relaves pueden tener alguno de estos tipos de diseño de construcción de muro: aguas abajo, eje central y aguas arriba”.

#### Aguas abajo

Consejo Internacional de Minería y Metales -ICMM (2021)

“El diseño aguas abajo comienza con una presa impermeable inicial. Los relaves se descargan en la presa y, a medida que crece, se construye un muro nuevo y hace base sobre la pendiente aguas abajo de la sección anterior, de manera que la cima de la presa se mueva aguas abajo con cada crecimiento. El diseño aguas abajo se desarrolló para áreas con actividad sísmica y de muchas precipitaciones o con mucha captación de agua”.

**Figura 1.** Método de relave aguas abajo



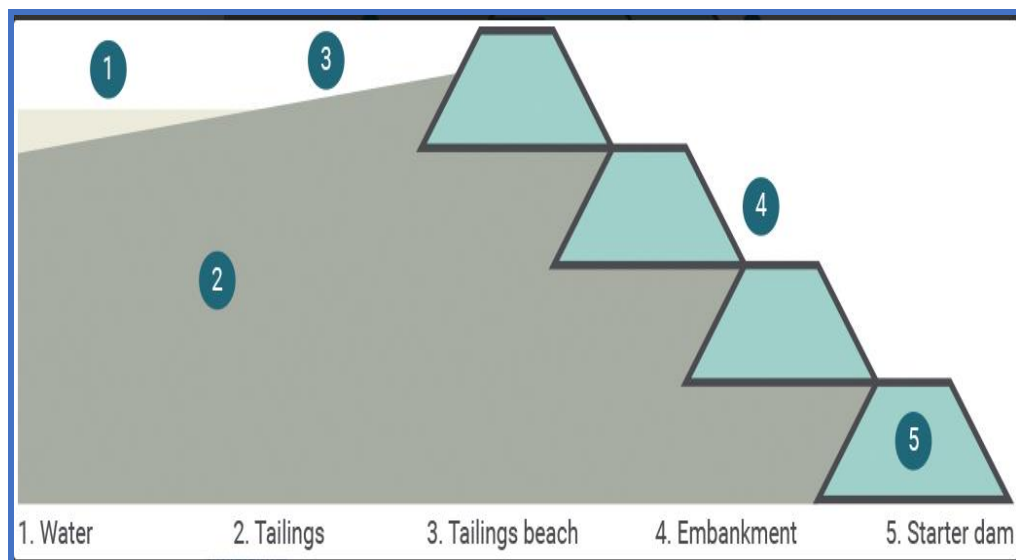
Nota: Fuente tomado del Consejo Internacional de Minería y Metales

Aguas arriba

Consejo Internacional de Minería y Metales -ICMM (2021)

“Las construcciones aguas arriba comienzan con una presa inicial. Los relaves se descargan dentro del depósito y forman una playa de relaves. Los relaves depositados de forma contigua a la presa se pueden drenar y compactar para usarse como base para niveles posteriores del muro a medida que la presa se eleva. De esa forma, la cima de la presa se mueve aguas arriba con cada elevación. Las presas aguas arriba deben elevarse lentamente para que los relaves sólidos tengan tiempo de secarse y consolidarse lo suficiente como para soportar un nivel nuevo de la presa. Este diseño funciona bien para instalaciones en lugares de pocas precipitaciones y con poca actividad sísmica”.

**Figura 2. Método de relave aguas arriba**



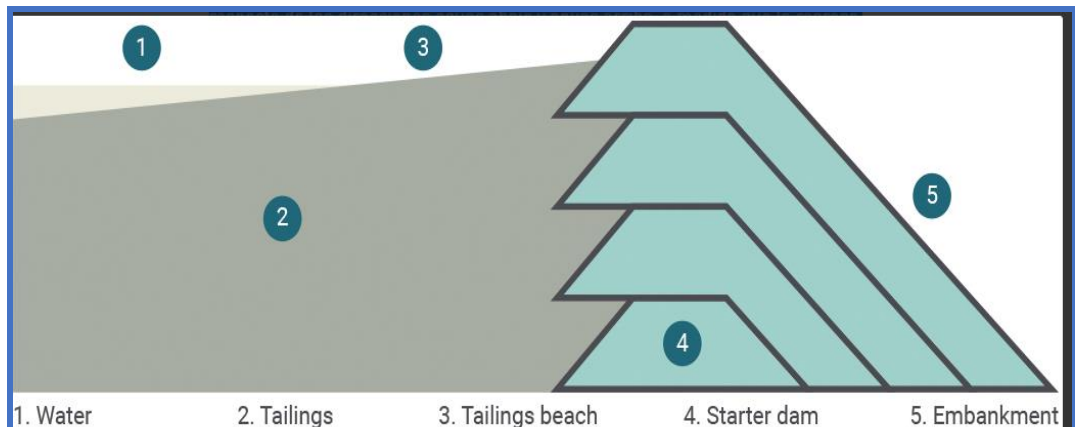
Eje central

Consejo Internacional de Minería y Metales -ICMM (2021)

“El método de eje central es un híbrido entre el de aguas arriba y el de aguas abajo. En las construcciones de eje central, la presa se construye

verticalmente a partir de la presa inicial. Por lo tanto, la cima de la represa se mantiene fija respecto de las direcciones aguas abajo y aguas arriba, a medida que la represa se eleva sucesivamente. Se puede incorporar un sistema de drenaje interno para darle más estabilidad.”.

*Figura 3. Método de relave – Eje Central*



### **Cancha de Relave**

“Es el lugar donde se depositan los relaves que por lo general han sido depositados en sistemas acuáticos costeros o terrestres durante al menos dos milenios, históricamente sin tener en cuenta las consecuencias biológicas, químicas o físicas de tal disposición (Pedersen & Losher, 2012)”.

### **¿Por qué es importante evaluar los daños ambientales?**

“Uno de los pasivos ambientales más comunes es el drenaje ácido de roca, que se produce cuando las formaciones geológicas ricas en materiales sulfurosos y las escombreras se exponen al oxígeno y al agua, formando ácido sulfúrico, que disuelve y moviliza con facilidad metales como el hierro, cobre, aluminio y plomo” (Yupari, 2003).

“De manera similar, la contaminación minera se produce principalmente por el drenaje ácido de mina, causado por la oxidación y lixiviación de minerales sulfurosos. Cada caso es distinto, y se requiere una adecuada

caracterización de la roca de mina y de los materiales de desecho para un adecuado tratamiento de las aguas ácidas. Entre las principales amenazas, se encuentran los pasivos ambientales mineros (PAM), que son regulados por la Ley 28271, de julio de 2004. Según esta ley, los PAM son instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras abandonadas e inactivas en la actualidad y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema y la propiedad. En la actualidad, se exigen planes de cierre al inicio mismo de la explotación, pero el proceso es largo y puede presentar complicaciones, por ejemplo, por una inadecuada evaluación del proceso de remediación. Las actividades para el cierre de instalaciones de desperdicios de minas consideran desde refacciones básicas para mejorar la derivación y esorrentía de las aguas superficiales hasta una nivelación completa, colocación de una cobertura orgánica y de suelo, y revegetación con flora nativa. De acuerdo con las condiciones geográficas y climáticas las operaciones pueden ser más complejas. Al final, en el lugar debe haber una estabilidad física y química tal, que la salud humana y el medio ambiente no resulten perjudicados. La tierra debe poder servir de hábitat para la flora y fauna silvestres, o para un uso beneficioso en actividades tan diversas como la agricultura, pastoreo, recreación o, nuevamente, la explotación minera. En el Perú, existen muchos casos en los que la minería ha tenido un impacto ambiental crónico por la liberación de residuos químicos, relaves, gases tóxicos, polvos, drenajes ácidos y destrucción irreversible de ecosistemas. Entre ellos, podemos mencionar a La Oroya y Cerro de Pasco y las emisiones de plomo, Ticapampa y la contaminación polimetálica, Choropampa y el accidente masivo de mercurio, Madre de Dios, y la

destrucción del bosque y liberación de cianuro y mercurio, etc. En la actualidad, casi toda región donde se ha desarrollado o se desarrolla la explotación minera, muestra el deterioro de la calidad de sus ecosistemas, lo que se evidencia en distintas formas y niveles de contaminación del agua superficial y subterránea, los suelos, el aire, la flora y la fauna. Este proceso no solo afecta la estructura, funcionamiento y ciclos de materia y energía de los ecosistemas, sino que altera los beneficios que la sociedad obtiene de ellos (p. ej, servicios ecosistémicos) y las cadenas de valores y actividades económicas que dependen de su productividad. Los recursos hídricos se cuentan entre los más amenazados y afectados por la actividad minera y metalúrgica. Esto puede ocurrir de forma directa, a través del vertido en ríos, lagunas y ambientes marino costeros de efluentes que superan los límites máximos permisibles de metales tóxicos establecidos por la normativa peruana e internacional, y de manera indirecta, por deposición de polvo y partículas, que adsorben cationes metálicos, en ecosistemas acuáticos. Por cualquiera de estos medios, los desechos metálicos se acumulan en aguas superficiales, la columna de agua y los sedimentos, exponiendo a la flora y fauna acuáticas. En ambos escenarios, podemos considerar el proceso de biomagnificación, mediante el cual, las concentraciones y toxicidad de los metales se incrementan en la cadena alimenticia, desde los productores hasta los consumidores, incluyendo al hombre. El aire es también un ambiente contaminado por los grandes volúmenes de emisiones gaseosas producidas por plantas de fundición y operaciones mineras, provocando sobre todo enfermedades respiratorias en los habitantes de poblados cercanos a las actividades mineras, y diversos efectos en la fauna y la flora local. Es necesario mencionar que los metales contenidos en



los humos y gases, pueden también depositarse en los suelos y todo tipo de superficies, los cuales son transportados a grandes distancias por el viento, sobre todo en la estación seca. Uno de los casos más resaltantes por el efecto negativo de la actividad minera es el de Cerro de Pasco, donde se registra una elevada contaminación por metales tóxicos, como el plomo, arsénico y cadmio, y aguas ácidas, en suelos y sedimentos, ríos y lagunas, y la atmósfera. A través de estos compartimentos ambientales, la población se ha visto seriamente afectada desde hace décadas, acumulando estos metales en sangre, cabello y orina en dosis que superan los límites máximos aceptados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esto ha producido daños en el desarrollo del sistema nervioso y retraso en el aprendizaje, malformaciones y desarrollo anormal de las estructuras óseas, pérdida de la visión, complicaciones estomacales, queratinización de la piel, insuficiencia renal y respiratoria, entre otros serios problemas. Aquí es importante mencionar que las rutas de exposición más probables son la directa, a través del contacto con las vías respiratorias y la piel, y la indirecta, a través del alimento. Otros daños ambientales irreparables se observan en la Región de Madre de Dios, una de las más biodiversas del Perú y del mundo, que forma parte del corredor de conservación Vilcabamba-Amboro. Debido al rápido incremento del precio internacional del oro, y también por la construcción de la Carretera Interoceánica, decenas de miles de mineros ilegales han proliferado exponencialmente, causando a su paso un desastre ambiental sin precedentes y un complejo escenario de conflictos sociales” (Arriarán y Gómez 2008, AIDER y Recavarren 2011).

**¿Cómo gestionar el cambio para evitar y controlar los daños ambientales?**

“La gestión ambiental en el Perú se ha desarrollado de una forma desigual entre los diferentes sectores involucrados. Dentro de la autoridad de cada sector, se han creado unidades responsables de regular el control de la contaminación y del manejo ambiental. Entre los principales, tenemos el sector Energía y Minas, que desarrolla normas sectoriales basadas en las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), Gestión Ambiental y Planes de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), que incluyen además a los subsectores de electricidad y de hidrocarburos; y el sector Ambiente, que ha actualizado e implementado los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para aguas con diferente uso, suelos de uso agrícola y aire. Además de ellos, se han establecido también unidades ambientales en los Ministerios de Producción, de Transportes y Comunicaciones, y de Vivienda, Construcción y Saneamiento. A pesar de estos esfuerzos, el acercamiento de los diferentes sectores a la gestión y control de la contaminación ambiental en el Perú, ha demostrado debilidades y vacíos importantes, que incluyen variaciones en el desarrollo de regulaciones apropiadas para proteger el ambiente a través de cada sector, y una limitada capacidad de las instituciones para aplicar de manera efectiva y garantizar el cumplimiento de esas regulaciones (Banco Mundial, 2007). Probablemente, el primer paso para solucionar el delicado problema de los daños ambientales en el Perú, sea crear un marco normativo integral, adecuado a la realidad económica y social de todos los mineros, grandes y pequeños, formales e informales, que permita regular todo el proceso de extracción, tratamiento, transporte y comercialización. Esto implica, por ejemplo, simplificar de manera significativa los mecanismos de formalización para mineros artesanales filonianos de zonas desérticas, restringir el uso de

sustancias tóxicas, como el mercurio y cianuro fuera de plantas formales de tratamiento de minerales, e impulsar la construcción de plantas de procesamiento de alta tecnología y formalizar las existentes para ejercer un mayor control y gestión ambiental. Sobre este último aspecto, existen instrumentos administrativos, como los planes de cierre de actividades mineras y los de descontaminación y tratamiento de pasivos ambientales. Con el objetivo de llevar a cabo un esquema de restauración ambiental, que consiste en mitigar y revertir los efectos dañinos en los diferentes ecosistemas, es necesario planificar e implementar un conjunto de estrategias y acciones para mejorar las condiciones y recuperar la calidad del ambiente degradado. Estas acciones pueden estar dirigidas a recuperar completamente las condiciones originales del ecosistema, a estabilizar las funciones ambientales alteradas y recuperar aquella capacidad que provea del mayor provecho productivo o económico para la población. Las estrategias que se elijan deben estar de acuerdo al tipo de contaminación y a la magnitud del daño producido por el pasivo ambiental que se quiere remediar. El marco normativo e instrumentos administrativos descritos líneas arriba, no solo deben estar orientados a mitigar y remediar el deterioro ambiental, sino también a prevenir las principales causas de los desastres ecológicos producidos por la actividad minera. En muchos casos, la magnitud de estos desastres se ha visto incrementada por la actitud negligente de las empresas y administraciones, la presencia de poblaciones cercanas, las características específicas y fragilidad de los ecosistemas donde se ubican las explotaciones mineras, la inexistencia de planes e instalaciones de emergencia, la falta de un plan de ordenación del territorio y la dilatada actividad minera en el área de explotación. Entre las medidas que deben adoptarse están asegurar la

existencia y correcta elaboración de los estudios de impacto ambiental (EIA) apropiados para la zona de explotación; realizar los estudios técnicos adecuados para evitar errores en el diseño, y consecuente fallo de las estructuras, como instalaciones, presas, escombreras y pilas de lixiviación, utilizadas para el almacenamiento de residuos; aplicar la tecnología más avanzada disponible para el proceso completo de explotación de minerales; y utilizar las medidas de protección ambiental pertinentes relacionadas con los posibles riesgos en el lugar de explotación” (Rodríguez et al., 2009).

“Una estrategia económicamente atractiva para gestionar los PAM dispersos en el país, y mejorar la calidad de vida de las poblaciones que viven cerca de ellos, es la que ha propuesto la empresa estatal Activos Mineros, a través de la licitación de estas áreas para recuperar los minerales del residuo a un costo ventajoso. Hoy en día, existen cerca de 130 millones de toneladas de PAM acumuladas por más de 50 años de actividad minera, y que contienen altos niveles de plomo y zinc, que representan un gran interés debido a los significativos precios que han alcanzado estos metales. Así, este proceso significaría un beneficio social donde las regalías percibidas por el Estado, serían destinadas a las poblaciones comprometidas. Esta iniciativa implica un diagnóstico estratégico que permita identificar y llevar a cabo objetivos específicos vinculados con los lineamientos políticos nacionales, a fin de diseñar los indicadores para el seguimiento de sus avances. La remediación de relaves y desperdicios mineros, debe ser abordada con procedimientos basados en tecnologías limpias, que no solo incorporen los métodos físicos y químicos tradicionales, sino la aplicación de nuevos horizontes tecnológicos, como la nanotecnología y la tecnología de los materiales, orientadas a la elaboración de

nanoestructuras y biopolímeros eficientes en la remoción de metales de aguas y suelos. En combinación con esta aproximación, se presenta una alternativa muy utilizada en todo el mundo orientada a la aplicación de ‘tecnologías verdes’, que implican innovaciones biotecnológicas basadas en las capacidades de la flora y suelos nativos para la acumulación y secuestro de metales, y de microorganismos para la transformación de los metales en formas inocuas y estables, que no representan un riesgo para la biodiversidad o la salud de poblaciones humanas. Esta función remediadora de la biota y los suelos puede sistematizarse y aprovecharse en estructuras verdes, como los pantanos artificiales, que limpian de manera controlada las aguas ácidas y contaminadas por metales, de la misma manera como lo hacen los bofedales y páramos en las cabeceras de cuenca (Palomino et al., 2009).

Si bien la aplicación de tecnologías es imprescindible para mitigar el impacto de los daños ambientales, la educación y formación en esta área garantiza una gestión sostenible del problema. Por ello, una acción necesaria es la creación de centros de capacitación, con apoyo y experiencia nacional e internacional, para entrenar a profesionales peruanos especialistas en la remediación ambiental, sobre todo en aquellos lugares que sean considerados de mayor riesgo por sus probables efectos nocivos en la población más vulnerable, como las mujeres, jóvenes, niños y comunidades indígenas. La creación de centros de investigación y capacitación debe abordar áreas críticas, como investigar, aplicar y difundir técnicas científicamente guiadas para remediar la degradación pasada del medio ambiente y restaurar y reforestar las tierras afectadas por la minería; desarrollar métodos rentables y de vanguardia para detectar y remover los metales en las personas y el medio ambiente; incorporar

programas en tres niveles de educación especializada: básica, universitaria, y profesional, necesarios para desarrollar la capacidad profesional local para mitigar los impactos actuales, crear conciencia pública acerca de la salud y el medio ambiente, y reducir futuros riesgos de salud pública y ambiental. Como parte de estas actividades esenciales de investigación y educación, los centros deben servir como un articulador de colaboraciones para atraer a nuevos científicos ambientales y de salud pública peruana e internacional, un centro de recursos para fortalecer la capacidad de los estudiantes locales y profesionales del sector privado/público y conducir la investigación a la creación e implementación de soluciones. El objetivo de estos centros debe estar orientado a cambiar el futuro de los paisajes afectados por la minería y pasar de un ciclo de degradación del ambiente y las crecientes amenazas al bienestar humano, a un ciclo positivo de la iniciativa empresarial, la seguridad de la tierra, la salud humana y la prosperidad” (Raúl Loayza, 2015).

### **Comunidad Campesina San Miguel**

La Comunidad Campesina San Miguel se encuentra ubicado en el distrito de Yanacancha específicamente en el kilómetro 21 de la vía desde San Juan Pampa hacia la Quinoa ambos pertenecientes al distrito de Yanacancha.

### **La Matriz de Leopold**

Son métodos cualitativos muy apropiados para valorar las diversas alternativas que podrían existir sobre un mismo proyecto se describe el método más comúnmente utilizado la Matriz de Leopold (ISO 14001, 2015).

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para la evaluación de impacto ambiental, realmente es un sistema de información muy completo, se desarrolló para el servicio geológico del Ministerio del Interior de

los Estados Unidos, como elemento guía de los informes y de las evaluaciones de impacto ambiental. La base del sistema es una matriz en que las entradas de las columnas representan las acciones de los hombres que afectan o alteran al medio ambiente y las filas son las entradas que caracterizan al medio ambiente o al entorno en el cual se realizara la actividad o proyecto, con estas entradas de filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes en una matriz estándar se pueden encontrar 8.800 interacciones lo que equivale a definir una matriz de (100x88) aunque podría variar según sea el caso de estudio (ISO 14001, 2015).

“El primer paso para la utilización de la matriz de Leopold es definir las interacciones existentes en un proyecto vale decir todas las acciones(columnas) que tendrá el proyecto y todos los factores ambientales (filas) afectados por dichas acciones, sobre estas interacciones se traza una diagonal que determinará las interacciones o efectos a tener en cuenta” (ISO 14001, 2015). Después de haberse marcado todas las cuadrículas que representan los impactos posibles del proyecto sobre el entorno, se procede a una evaluación individual de cada una de ellas considerando que cada cuadrícula puede admitir los siguientes valores:  
**Magnitud:** representa un valor entre 1 y 10 donde 10 corresponde a la máxima alteración provocada sobre el factor ambiental y 1 a la mínima.

**Importancia (Ponderación):**

Es el peso o valor relativo que el factor ambiental tiene dentro del proyecto, o también la posibilidad de que se presenten alteraciones.

“Los valores de magnitud van precedidos por un signo + o con un signo menos según se trate de efectos positivos o negativos sobre el medio ambiente. Una vez llenada la matriz, el siguiente paso consiste en evaluar e interpretar los

pasos los valores de cada celda, un paso aconsejable es reducir la matriz en filas y columnas en las cuales existe una interacción, llegando a obtener de esta manera una matriz más reducida que permite ser más manejable para la evaluación, la matriz reducida presenta una serie de valores que indican el grado de impacto que puede tener una acción sobre el factor del medio. La evaluación de los parámetros de magnitud e importancia ha de hacerse en lo posible sobre la base de datos, cuyo sistema de procesamiento o interpretación para llegar a definir los valores de magnitud e importancia, debe ir acompañado a la matriz con la cual esta se convierte en un resumen del texto o estudio de impacto ambiental adjunto” (ISO 14001, 2015).

“La matriz de Leopold tiene aspectos positivos entre los cuales cabe destacar que son pocos los medios necesarios para aplicarla y es muy útil en la identificación de efectos pues contempla en forma bastante completa los factores físicos, biológicos y socio económicos involucrados en cada proyecto, entre los inconvenientes de este método es que en cada caso la matriz requiere un ajuste según sea cada proyecto en la cual es preciso plantear correctamente los efectos de cada acción sobre el entorno” (ISO 14001, 2015).. Los factores ambientales a introducir en la matriz de Leopold se agrupan según los siguientes tipos:

Características físico-químicas.

- a) Tierra.
- b) Agua.
- c) Atmósfera.
- d) Procesos.

Condiciones biológicas.



a) Flora.

b) Fauna.

Factores culturales.

a) Usos del territorio.

b) Recreativos.

c) Estéticos y de interés humano.

d) Nivel cultural.

e) Servicios e infraestructuras.

Relaciones ecológicas.

a) Eutrofización.

b) Vectores de enfermedades (insectos).

c) Cadenas alimentarias.

d) Invasiones de maleza, etc.

Otros.

Cada celda de intersección nos da un impacto positivo, impacto negativo o en caso no aplica la actividad el impacto es no identificado.

### **Matriz de Criterios Relevantes Integrados**

“Al inicio de la evaluación, se intenta expresar cuantitativamente cada uno de los indicadores de manera separada y aproximadamente, según las escalas de valoración propuestos por” (Meneses, & Gayoso,1995).

**Carácter del impacto o signo (+ / - ):** Esta calificación establece si el impacto de cada actividad del proyecto es beneficiosa (signo positivo) o adversa (signo negativo). En caso de que la actividad no ocasione impactos o estos sean imperceptibles, entonces el impacto no recibe ninguna calificación.

**Intensidad del impacto (I):** La intensidad considera que tan grave puede ser la influencia de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado. La objetividad de la calificación dependiendo del trabajo en campo. Para esta evaluación se propone un valor numérico de intensidad que varía de 1 a 10 dependiendo de la severidad del impacto analizado. En la Tabla 1 muestra la escala de valores sugeridos para calificar esta variable.

*Tabla 1. Escala de valoración de la intensidad del impacto*

INTENSIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>Baja</b>	“Cuando el grado de alteración es pequeño, y la condición original de la componente prácticamente se mantiene”	<b>1</b>
<b>Media</b>	“Cuando el grado de alteración implica cambios notorios respecto a su condición original, pero dentro de los rangos aceptables”.	<b>2</b>
<b>Alta</b>	Cuando el grado de alteración de su condición original es significativo.	<b>3</b>

*Nota:* Fuente Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).

**Extensión o influencia espacial del impacto (E):** Esta variable considera la influencia del impacto sobre la delimitación espacial del componente ambiental. Es decir califica el impacto de acuerdo al tamaño de la superficie o extensión afectada por las actividades propuestas por el proyecto, tanto directa como indirectamente. La escala de calificación de esta variable se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** Escala de valoración de la extensión del impacto

INTENSIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR
Puntual	“Cuando su efecto se verifica dentro del área en que se localiza la fuente de impacto”.	1
Local	“Cuando su efecto se verifica fuera del área en que se ubica la fuente del impacto, pero dentro del territorio administrativo del proyecto”.	5
Extenso	“Cuando su efecto abarca el territorio que se encuentra fuera de la propiedad del proyecto”.	10

*Nota:* Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).

**Duración del impacto ( D ):** Esta variable considera el tiempo que durara el efecto de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado. El la tabla 3 muestra la escala de valores sugeridos para calificar la variable.

**Tabla 3.** Escala de valoración de la duración del impacto

DURACIÓN	PLAZO	VALOR
Más de 10 años	Largo	10
De 5 a 10 años	Mediano	5
Menos de 5 años	Corto	1

*Nota:* Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).

**Magnitud del impacto ambiental ( M ) :** Esta variable no necesita ser calificada ya que su valor es obtenido relacionando las tres variables anteriores (signo, intensidad, extensión y duración). Sin embargo cada variable no influye de la misma manera sobre el resultado final de la magnitud, cuya ecuación es la siguiente:

$$M = \pm [(I \times W_1) + (E \times W_E) + (D \times W_o)] \dots\dots\dots(1)$$

De dónde en la ecuación 1:

M: Magnitud del Impacto ambiental

I: Intensidad

E: Extensión

D: Duración

**En la ecuación 1:** W1, WE, y W0, son factores adimensionales que representan el peso de la incidencia de la variable considerada sobre la magnitud del impacto, y cuyo valor numérico individual es inferior a 1. La suma de los tres coeficientes de peso, en conjunto, debe ser siempre igual a la unidad. La asignación de valores a los coeficientes de peso dependerá del criterio del evaluador. En caso de dudas, se asigna un valor de 1/3 a cada factor de peso.

Para la presente evaluación ambiental, se asignaron los siguientes valores:

$$W1 = 0,4$$

$$WE = 0,4$$

$$W0 = 0,2$$

### **Significancia de los impactos ambientales evaluados**

La significancia del impacto se determina basándose al valor obtenido en la magnitud del impacto

**Tabla 4.** Escala de significancia de la magnitud del impacto

VIA	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO
< 2,0	Muy bajo
2,0-4,0	Bajo
4,0 - 6,0	Medio
6,0-8,0	Alto
> 8,0	Muy alto

*Nota:* Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).

## **2.3. Definición de los términos**

### **Área de Conservación Ambiental Minera**

“Son áreas de conservación promovidas por el gobierno nacional o regional, a efectos de que las áreas donde se ubican los pasivos ambientales de la actividad minera sean remediadas voluntariamente por titulares distintos a los responsables de dicha remediación, por organizaciones no gubernamentales, entidades de conservación nacionales o extranjeras y otras organizaciones de la sociedad civil, mediante la total ejecución del Plan de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros correspondiente, incluidas las medidas de post cierre” (Minam, 2012).

**Bioacumulación:**

“Acumulación de determinadas sustancias químicas en tejidos de organismos vivos de manera directa o a través de la cadena alimenticia, alcanzando concentraciones mayores que en el ambiente al que está expuesto. Usualmente se refiere a la acumulación de metales, pero el concepto también aplica a las sustancias orgánicas persistentes, como los compuestos organoclorados” (Minam, 2012).

**Calidad Ambiental:**

“Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como la salud de las personas” (Minam, 2012).

**Contaminación ambiental:**

“Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones

máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente” (Minam, 2012).

**Contaminante ambiental:**

“Toda materia o energía que al incorporarse o actuar en el ambiente degrada o altera su calidad a niveles no adecuados para la salud y el bienestar humano y/o ponen en peligro los ecosistemas” (Minam, 2012).

**Daño Ambiental**

“Todo menoscabo material que sufre el ambiente y/o alguno de sus componentes, que puede ser causado contraviniendo o no disposición jurídica, y que genera efectos negativos actuales o potenciales” (Minam, 2012).

**Efluente**

“Descarga directa de aguas residuales que son descargadas al ambiente, cuya concentración de sustancias contaminantes es medida a través de los Límites Máximos Permisibles (LMP)” (Minam, 2012).

**Impacto Ambiental:**

“Alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto. El “impacto” es la diferencia entre qué habría pasado con la acción y que habría pasado sin ésta” (Minam, 2012).

**Lixiviado:**

“Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión elementos o sustancias que se encuentren en los mismos residuos” (Minam, 2012).

**2.4. Formulación de hipótesis**

**2.4.1. Hipótesis general**

Los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha después de la evaluación es al agua y suelo.

#### **2.4.2. Hipótesis específicos**

El volumen total de relaves acumulado por la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha es mayor a 9 000 m<sup>3</sup>.

Los factores ambientales están siendo afectados por la relavera de la Empresa Minera San Miguel son al agua y suelo ubicados en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022.

Actualmente no se tiene algún plan de cierre para la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022.

### **2.5. Identificación de las variables**

#### **2.5.1. Variable 1**

Relavera de la Empresa Minera San Miguel.

#### **2.5.2. Variable 2**

Efectos ambientales negativos a los factores ambientales

### **2.6. Definición operacional de variables e indicadores**

La operacional de variables e indicadores son las siguientes:

**Tabla 5. Operacionalización de Variables e Indicadores**

DEFINICIÓN DE VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE 1			
Relavera de la Empresa Minera San Miguel.			
Aplicación. – Evaluar el estado de la relavera mediante visita y pruebas de campo.	Evaluar que contenido tiene la relavera, y que factores ambientales se encuentra alrededor de la relavera.	Suelo, Agua	$x_1$ : Matriz de Leopold $x_2$ : Magnitud del Impacto $x_3$ : Factores Ambientales
VARIABLE 2			
Efectos ambientales negativos.			
Se evaluará que tipo de reacción se evidencia de la relavera en los factores ambientales que se encuentra alrededor del área.			

Nota:



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Se hizo uso del tipo de investigación no experimental sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trató de estudios donde no se hace variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Como señala (Kerlinger 1979, p. 116).

#### **3.2. Nivel de la investigación**

El nivel de investigación es descriptiva, ya que con ello se evaluó los Efectos Negativos Producidos por la Relavera de la Empresa Minera San Miguel Ubicado en el Área de la Comunidad Campesina de San Miguel del

Distrito de Yanacanacha-2022, es social descriptiva tal como lo indica observar y describir el comportamiento de un componente en el ambiente (Martyn Shuttleworth, 2018).

### **3.3. Métodos de investigación**

Se implementará de la siguiente manera:

#### **Evaluación en Campo**

Determinación de volumen de la relavera

Identificación de impactos ambientales negativos

#### **Interpretación de resultados**

Interpretación de resultados basado en la matriz de Leopold.

### **3.4. Diseño de la investigación**

El diseño es considerado transversal, ya se realizará o se recolectaron los datos en un solo momento, en un tiempo único luego de la recolección de datos se procederá a determinar los efectos en los factores ambientales producto a reacciones de la relavera en estudio en referencia a (Hernández, 2017).

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población estudiada fue el área total de la Comunidad Campesina San Miguel del Distrito de Yanacanacha de la provincia de Pasco.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra es 5 tomas de muestras al factor ambiental agua y al suelo comprendida por un área de 5 000 m<sup>2</sup> donde está compuesto por la relavera de San Miguel y lo factores ambientales al contorno, como lo especifican las fotos y sus ubicaciones geográficas.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica de recolección que se utilizó es la documentación, apoyada por el instrumento de recolección de datos, en relación al tiempo y cantidad. A continuación, se detallan los instrumentos:

- Recolección de datos de campo con hoja de anotaciones.
- Laptop
- GPS
- Software Microsoft Office (Word, Excel 2013)
- Matriz de Leopold

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

**Procedimiento de Selección.** - La selección se realizó con el uso de la Matriz de Leopold por ser un instrumento comprobado en los estudios de certificación ambiental.

**Procedimiento de validación.** - La validación será efectuado por el asesor de la presente investigación.

**Procedimiento de confiabilidad de los instrumentos de investigación.**  
- La confiabilidad de la investigación será verificado por la unidad de investigación de la UNDAC.

### **3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos**

Los datos de la base de datos serán utilizados para analizar las variables de estudio, a través del programa estadístico Software Microsoft Office (Word y Excel 2013) dentro de ello será específicamente en:

Se recolecto la información de apuntes de cada metro cuadrado en área de investigación

Determinamos el volumen de relaves presente en formatos de Excel.

Uso de Excel para determinar el nivel de impacto a través de la matriz de Leopold.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Mediante el uso del Software Microsoft Office (Excel 2013), empleando técnicas de tabulación y expresando porcentualmente los resultados para posteriormente hacer un análisis e interpretación de datos.

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

El presente trabajo de investigación está orientado a la Evaluación Ambiental de los Efectos Negativos Producidos por la Relavera de la Empresa Minera San Miguel Ubicado en el Área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanacha-2022, lo cual la información generada estará trabajada por el investigador de la presente tesis.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **Ubicación Geográfico del Estudio**

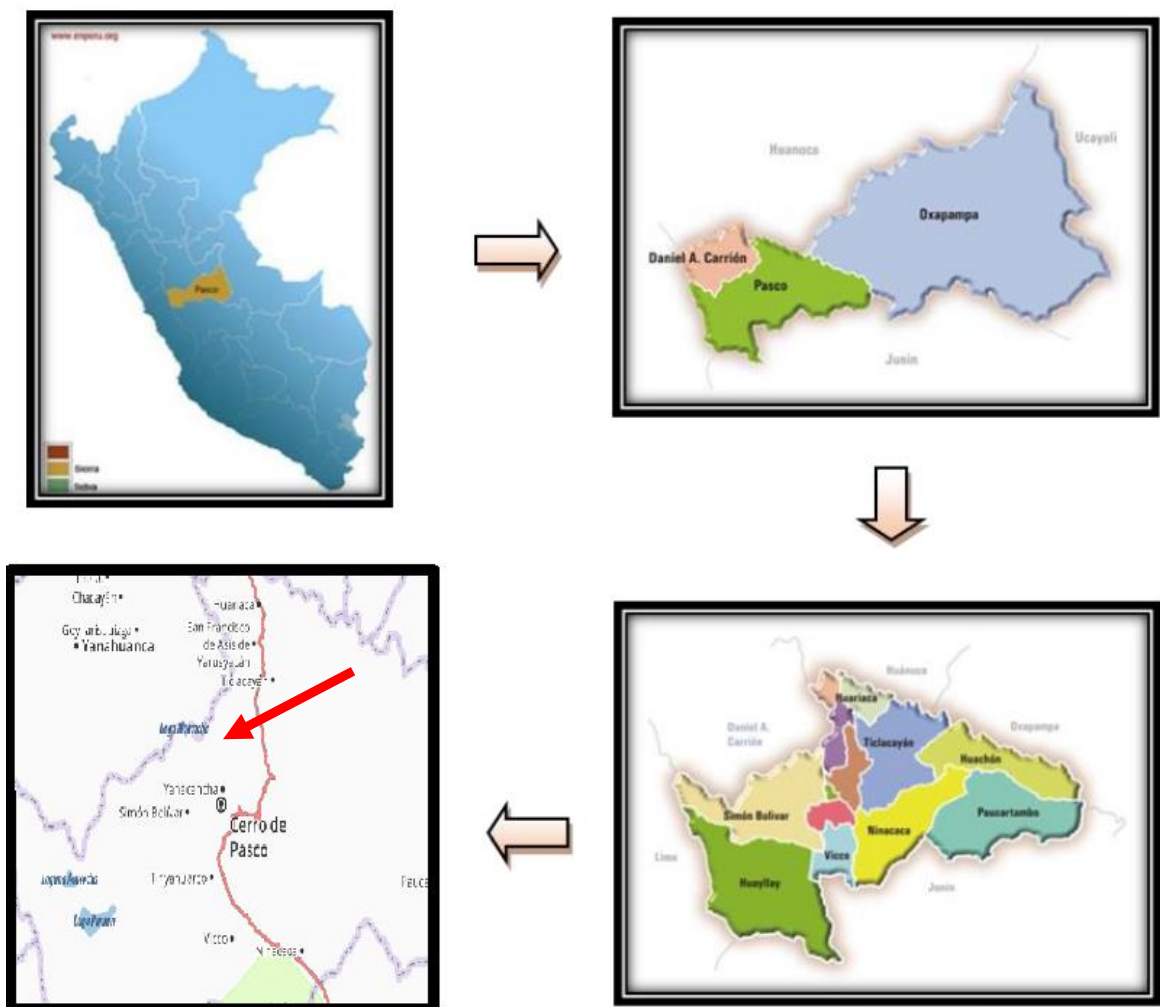
La minera San Miguel es considera pasivo ambiental, hoy en día paso a denominarse Minera San Sebastián Amc S.R.L.

“Se ubica a 20 kilómetros al noreste de Cerro de Pasco y entre 2 a 4 kilómetros al sur de las minas de Milpo y Atacocha, en el distrito de Yanacancha, en la región de Pasco. San Miguel es un yacimiento polimetálico rico en plata, plomo y zinc, conformado por vetas delgadas y mantos de reemplazamiento, que ya anteriormente fueron explotadas a pequeña escala. En el 2013 se terminó con la interpretación de 11,297 metros de perforación diamantina, descubriéndose dos sistemas de vetas con mineralización de plata-oro y plata-plomo-zinc, así como mantos de reemplazamiento. Preliminarmente.

Desde febrero 2011 es considerada subsidiaria de Volcan Cia Minera” (Volcan, 2011).

Para el presente estudio presentamos la ubicación Nacional, Departamental y Distrital la figura N° 04 y por otro lado en las figuras N° 05 y 06 se puede visualizar la localización de estas remediaciones.

**Figura 4.** Ubicación Nacional, Departamental y Distrital



**Nota:** Elaboración Propia

### **Accesos en la zona de proyecto**

El acceso a la zona de proyecto es desde la ciudad de Cerro de Pasco por la vía Pucayacu – La Quinua, específicamente a 20 Km desde Cerro de Pasco y

desde la Carretera Central de la Quinua a la zona de proyecto a 7 Km de distancia.

### **Componentes Mineros Presentes**

#### **Bocamina**

Se identifico una bocamina que se encuentra a 10 metros de la planta concentradora, es este componente donde se extraía los recursos minerales como plomo, zinc y cobre, en la actualidad esta se encuentra cerrada con tablas tal como se puede observar en la figura N° 07. La bocamina se encuentra ubicado geográficamente tal como se puede detallar en la tabla N° 06.

*Tabla 6. Coordenadas UTM de la bocamina*

<b>Componente</b>	<b>Coordenadas UTM WGS 84</b>		<b>Altitud (msnm)</b>
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	
Bocamina N° 01	369526.83	8825576.67	3760

Ubicado a una altura de 3760 msnm, sus características se pueden visualizar en la figura 7, en la que se aprecia la infraestructura deteriorada.

*Figura 5: Imágenes de la Bocamina- San Miguel*



## Planta Concentradora

La planta está asentada en la quebrada S/N lo cual ocupa un área de 395 m<sup>2</sup>, la estructura está comprendida de estructura de concreto y metálico y toda esta zona se puede observar que se encuentra deteriorado y presenta oxidación tal como se puede observar en la figura N° 08, asimismo dentro del área de la planta se tiene una cuneta que pasa sobre ella aguas que se genera aguas arriba de la planta concentradora. La Planta concentradora se encuentra ubicado geográficamente tal como se puede detallar en la tabla 07.

*Tabla 7. Coordenadas UTM de la bocamina*

Componente	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Planta Concentradora	369519.63	8825564.31	3762

*Figura 6. Imágenes de la Bocamina- San Miguel*





## Relavera

Al frente y por debajo de la ubicación de la planta concentradora se encuentra las relaveras, para nuestra investigación le daremos a conocer como relavera N° 01 y relavera N° 02 donde podemos describir de la siguiente manera:

### Relavera N° 01

La relavera N° 01 tiene el área de ocupación de 4024 m<sup>2</sup> lo cual está contenida por un muro de concreto de altitud que varía desde 1 m. hasta 2.50 m. asimismo cabe mencionar que la relavera no tiene ningún recubrimiento o trabajo de cierre tal como se puede observar en las figura N° 09. La Relavera N° 01 se encuentra ubicado geográficamente tal como se puede detallar en la tabla N° 08.

*Tabla 8. Coordenadas UTM de la relavera*

Componente	Vértice	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
Relavera	1	369469.25	8825570.18	3759
	2	369474.17	8825664.63	3760
	3	369500.40	8825661.01	3758
	4	369511.74	8825590.42	3759

*Figura 7. Relavera N° 01- San Miguel*



## Relavera N° 02

La relavera N° 02 tiene el área de ocupación de 2790 m<sup>2</sup> la relavera no tiene ningún muro de contención. Asimismo, cabe mencionar que la relavera no tiene ningún recubrimiento o trabajo de cierre tal como se puede observar en la figura N° 10. La Relavera N° 02 se encuentra ubicado geográficamente tal como se puede detallar en la tabla N° 09.

*Tabla 9. Coordenadas UTM de la relavera*

Componente	Vértice	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
Relavera	1	369548.89	8825593.41	3756
	2	369538.86	8825620.19	3754
	3	369626.38	8825640.69	3753
	4	369643.63	8825602.30	3757

*Figura 8. Relavera N° 01- San Miguel*



Los pasivos ambientales que hemos identificado son las siguientes:

A. Planta Concentradora

A-1 Circuito de concentración con estructuras metálicas oxidadas

A-2 Circuito de concentración con estructuras de concreto

B. Relaves Acumulados

A-3 Relavera N° 01

A-4 Relavera N° 02

C. Bocamina

A-5 Bocamina de 3 m x 3m.

Factores Ambientales presente en la Zona

Los factores ambientales susceptibles a ser impactados por los pasivos ambientales son los siguientes:

A. AMBIENTE FÍSICO

B-1 Topografía

B-2 Calidad de aire

B-3 Calidad de Suelos

B-4 Calidad de agua

B-5 Riesgo natural

B. AMBIENTE BIOLÓGICO

B-6 Flora terrestre

B-7 Fauna terrestre

C. AMBIENTE SOCIOECONÓMICO- CULTURAL

B-8 Paisaje

B-9 Empleo

B-10 Dinamización del comercio local

Toma de muestra del agua que circula por los canales alrededor de la relavera, en este punto se especifica la lectura en la tabla en la columna P1.

**Figura 9.** Toma de muestra P1 aguas abajo con el multiparámetro Hanna



#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

##### Significancia de los Impactos Ambientales

En la toma de muestra a 5 puntos de monitoreo a lo largo del canal de agua colector a la cual los compuestos de relave impactan negativamente se detalla en la tabla 10, en ellos se mide la demanda oxígeno, la cantidad de sales en el agua, la conductividad eléctrica del agua y en el rango de salinidad, en la cual se evidencian cambios significativos

**Tabla 10.** Parámetros físicos del agua

Parámetros	Aguas Abajo			Aguas Arriba	
	P1	P2	P3	P4	P5
mVpH	-246.8	-245.3	-231.3	-235	-235.4
pH	11.09	11.07	10.81	10.85	10.86
Mvorp	142.4	174.3	173.4	165.7	162.4
%DO	12.6	16.3	18	70.9	71.7
ppmDO	0.78	8.66	5.39	4.29	4.25
uS/cm	1589	1607	1506	228	228
uS/cm4	1339	1340	1339	197	197



Mohmios-cm	0.0006	0.0006	0.0006	0.0044	0.0044
ppmTds	794	803	803	114	114
PSU	0.81	0.82	0.82	0.11	0.11
Temperatura	16.72	16.25	16.24	17.9	17.89
PSI	9.492	9.417	9.419	9.288	9.284

*Nota:* Medición de parámetros físicos al cuerpo de agua

En el indicador porcentaje de demanda de oxígeno, se entiende como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada, en la es evidente la disminución de 71.3 a 15.6 ver tabla 11, asimismo, en el rango de salinidad un incremento sustancial de 228 a 1567.33 y por último en la cantidad de sales disueltos que hay en una dilución concreta de 114 a 800.

**Tabla 11.** Estadísticas de grupo de la muestra aguas abajo y arriba

	Puntos de monitoreo	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
uS/cm	Aguas Abajo	3	1567,33	53,873	31,104
	Aguas Arriba	2	228,00	,000	,000
ppmTds	Aguas Abajo	3	800,00	5,196	3,000
	Aguas Arriba	2	114,00	,000	,000
%DO	Aguas Abajo	3	15,6333	2,76104	1,59409
	Aguas Arriba	2	71,3000	,56569	,40000

Como se mencionó anteriormente específicamente en el marco teórico del ítem 2.2.9 utilizado los criterios de la matriz de Leopold, para el análisis de la significancia de los impactos se utilizó el ítem **4.1.3 de los componentes mineros** presentes y el ítem **4.1.4 de los factores ambientales** presente en la zona de las cuales se realizó el cálculo la significancia, obtenida de la fórmula de la magnitud del impacto:

$$M_i = \pm [(I_i \times W_1) + (E_i \times W_E) + (D_i \times W_D)]$$

Calculando se detalla los resultados en la tabla N° 10 el resumen de los resultados obtenidos de la significancia de los impactos ambientales:

Tabla 12. Evaluación de la significancia de los impactos ambientales

INVESTIGACIÓN : "Evaluación Ambiental de los Efectos Negativos Producidos por la Relavera de la Empresa Minera San Miguel Ubicado en el Área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022"			COMPONENTES DE LOS PASIVOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS																									
			Planta Concentradora										Depósito de relaves										BOCAMINA					
			Circuito de concentración con estructuras oxidadas					Circuito de concentración con estructuras de concreto					Relavera N° 01					Relavera N° 02					Bocamina de 3 m x 3m.					
			A-1					A-2					A-3					A-4					A-5					
			C	I	E	D	M	C	I	E	D	M	C	I	E	D	M	C	I	E	D	M	C	I	E	D	M	
FACTORES AMBIENTALES	Ambiente Físico	Topografía	B-1	-	2	1	10	5.2	-	2	1	10	5.2	-	3	5	10	7.2	-	3	5	10	7.2	-	1	1	10	4.8
		Calidad de aire	B-2	-	1	1	10	4.8	-	1	1	10	4.8	-	1	5	10	6.4	-	1	5	10	6.4	-	1	1	10	4.8
		Calidad de Suelos	B-3	-	2	1	10	5.2	-	2	1	10	5.2	-	3	5	10	7.2	-	3	5	10	7.2	-	1	1	10	4.8
		Calidad de agua	B-4	-	2	1	10	5.2	-	2	1	10	5.2	-	1	5	10	6.4	-	1	5	10	6.4	-	1	1	10	4.8
		Riesgo natural	B-5	-	2	1	10	5.2	-	2	1	10	5.2	-	3	5	10	7.2	-	3	5	10	7.2	-	1	1	10	4.8
	Ambiente Biológico	Flora terrestre	B-6	-	2	1	10	5.2	-	2	1	10	5.2	-	3	5	10	7.2	-	3	5	10	7.2	-	1	1	10	4.8
		Fauna terrestre	B-7	-	2	1	10	5.2	-	2	1	10	5.2	-	3	5	10	7.2	-	3	5	10	7.2	-	1	1	10	4.8
		Empleo	B-9	+	1	1	1	1.2	+	1	1	1	1.2	+	1	1	1	1.2	+	1	1	1	1.2	+	1	1	1	1.2
		Dinamización del comercio local	B-10	+	1	1	1	1.2	+	1	1	1	1.2	+	1	1	1	1.2	+	1	1	1	1.2	+	1	1	1	1.2

Interpretación la tabla 10: Evaluación de la significancia de los impactos ambientales

Después de nuestra evaluación por la matriz de Leopold en la tabla N° 10 se pudo determinar los impactos negativos y positivos de los pasivos ambientales y su significancia de estas teniendo lo siguiente:

#### Topografía

Los efectos negativos producidos por los componentes mineros de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel y específicamente a la topografía se ve afectado de manera MEDIA en los por los componentes de bocamina y planta concentradora, debido que han al estar asentado estos componentes modificando el estado natural de la quebrada S/N tal como se puede observar en la imágenes N° 07 y 08 respectivamente, lo cual desviaron el curso normal de las aguas que pasan por esta quebrada. Pero con respecto a la relavera N° 01 y 02 estas están afectando la topografía de la zona de manera ALTO ya que como se puede ver en las imágenes N° 09 y 10 el volumen total de la relavera N° 01 es 32,192 m<sup>3</sup> de relaves acumulados y la relavera N° 02 es 16,740 m<sup>3</sup> de relaves acumulados ocupando áreas de 4024 m<sup>2</sup> y 2790 m<sup>2</sup> lo cual estas áreas modificaron de manera alta en su significación la topografía de la zona de San Miguel.

#### Calidad de aire

Los efectos negativos producidos por los componentes mineros de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel y específicamente a la calidad de aire se ve afectado de manera MEDIA en los por los componentes de bocamina y planta concentradora, debido que estas aun contienen material particulado en su área con presencia de

mineral tal como se puede observar en las imágenes N° 07 y 08 respectivamente. Pero con respecto a la relavera N° 01 y 02 estas están afectando a la calidad de aire de la zona de manera ALTO ya que como se puede ver en las imágenes N° 09 y 10 el volumen total de la relavera N° 01 es 32,192 m<sup>3</sup> de relaves acumulados y la relavera N° 02 es 16,740 m<sup>3</sup> al estar descubierto sin ninguna protección es arrastrado por los viento que se traslada hacia el norte afectando principalmente los pastos que consumen los ganados en la zona de San miguel lo cual la afectación es de manera alta.

#### Calidad de suelo

Los efectos negativos producidos por los componentes mineros de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel y específicamente a la calidad de suelo se ve afectado de manera MEDIA en los por los componentes de bocamina y planta concentradora, debido que estas aun contienen material particulado en su área con presencia de mineral lo cual general lixiviado que afecta el suelo de esta área puntualmente específicamente tal como se puede observar en las imágenes N° 07 y 08 respectivamente. Pero con respecto a la relavera N° 01 y 02 estas están afectando a la calidad de suelo de la zona de manera ALTO ya que como se puede ver en las imágenes N° 09 y 10 el volumen total de la relavera N° 01 es 32,192 m<sup>3</sup> de relaves acumulados y la relavera N° 02 es 16,740 m<sup>3</sup> estas relavera presenta oxidación y afecta el suelo del área asentada y zonas aledañas hasta en un aproximadamente en 20 metros de circunferencia alrededor afectando el suelo fértil de la zona de San Miguel.

#### Calidad de agua



Los efectos negativos producidos por los componentes mineros de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel y específicamente a la calidad de agua se ve afectado de manera MEDIA en los por los componentes de bocamina y planta concentradora, debido que estas están asentadas al contorno del río Pucayacu lo cual están siendo afectados por los lixiviados tal como se puede observar en las imágenes N° 07 y 08 respectivamente. Pero con respecto a la relavera N° 01 y 02 estas están afectando a la calidad de agua de la zona de manera ALTO ya que como se puede ver en las imágenes N° 09 y 10 estas relavera presenta oxidación y lixiviado llegando a parar al río Pucayacu afectando en su calidad, mas aun estas se presentan en época de invierno donde el impacto es constante durante el día afectando en su calidad.

#### Riesgo Natural

Los efectos negativos producidos por los componentes mineros de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel y específicamente al riesgo natural se ve afectado de manera MEDIA en los por los componentes de bocamina y planta concentradora, debido a que en la zona se ve estable ambos componentes tal como se puede observar en las figuras N° 11 y 12 respectivamente. Pero con respecto a la relavera N° 01 y 02 estas están son de ALTO riesgo especialmente la relavera N° 02 ya que esta no contiene un muro de contención lo cual le hace vulnerable de deslizarse y afectar los componentes ambientales de la zona y con respecto a la relavera N° 01 esta necesita de mantenimiento el muro de contención tal como se puede ver en las figuras N° 13 y 14

#### Flora y fauna

Los efectos negativos producidos por los componentes mineros de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel y específicamente a la flora y fauna se ve afectado de manera

MEDIA en los por los componentes de bocamina y planta concentradora, debido que estas están asentadas al contorno del río Pucayacu y zonas de pastoreo lo cual afecta a los pastos, variedad de vegetación, cultivos de la zona como la papa y asimismo a los animales como ovejas de la zona. Pero con respecto a la relavera N° 01 y 02 estas están afectando a la calidad de agua de la zona de manera ALTO debido que estas están asentadas al contorno del río Pucayacu y zonas de pastoreo lo cual afecta a los pastos, variedad de vegetación, cultivos de la zona como la papa y asimismo a los animales como ovejas de la zona.

#### Empleo y Dinamismo de comercio en la zona

Los efectos positivos producidos por los componentes mineros de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel son BAJA ya que solo da trabajo a 2 vigilantes de manera esporádica o cual no implica casi en nada el apoyo a las poblaciones de estas zonas.

*Figura 10. Imagen del Componente de la Bocamina en San Miguel*





*Figura 11. Imagen del Componente de la Planta Concentradora en San Miguel*



*Figura 12. Imagen del Componente de la Relavera N° 01 en San Miguel*



*Figura 13. Imagen del Componente de la Relavera N° 02 en San Miguel*



#### **4.3. Prueba de hipótesis**

La presente investigación finalizada denominada “Evaluación Ambiental de los Efectos Negativos Producidos por la Relavera de la Empresa Minera San Miguel Ubicado en el Área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022”, para recordar nuestras hipótesis planteadas son las siguientes:

*“Los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha son al agua y suelo”.*

Analizado los resultados en concordancia con las hipótesis planteadas podemos concluir en los siguientes:

Para nuestra investigación nuestra hipótesis sería válida ya que evaluando con la matriz Lepold se pudo determinar de que esta afectando negativamente a los factores ambientales como al agua, suelo y aire y por ende es un riesgo ambiental la presencia de esta relavera en esta zona ya que al contorno se tiene pasando el río Pucayacu.



H0: Los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel después de la evaluación no son al agua y suelo.

H1: Los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel después de la evaluación son al agua y suelo.

**Interpretación:** De acuerdo a la variable sig que es el p valor de la tabla 12, esta es 0.00 por lo que es menor a 0.05 por tanto se rechaza la hipótesis nula, aceptando de esta manera el impacto negativo producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel al factor ambiental agua, para el caso del suelo, esta es validada a través de la matriz de Leopold, tal como se menciona líneas arriba.

**Tabla 13. Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
uS/cm	Se asumen varianzas iguales	7,629	,070	33,3	3	,000	1339,3	40,1	1211,5	1467,1
	No se asumen varianzas iguales			43	2	,001	1339,3	31,1	1205,5	1473,1
ppm Tds	Se asumen varianzas iguales	9,600	,053	177,1	3	,000	686	3,8	673,6	698,3
	No se asumen varianzas iguales			228,6	2	,000	686	3	673,1	698,9
%DO	Se asumen varianzas iguales	3,181	,173	-26,7	3	,000	-55,6	2,08	-62,3	-49,05
	No se asumen varianzas iguales			-33,8	2	,000	-55,6	1,6	-62,1	-49,2

#### **4.4. Discusión de resultados**

En la investigación “Evaluación Ambiental de los Efectos Negativos Producidos por la Relavera de la Empresa Minera San Miguel Ubicado en el Área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacancha-2022”, podemos resumir en las siguientes conclusiones:

La relavera N° 02 no tiene un muro de contención lo cual es un riesgo a la naturaleza esta relavera contiene 16,740 m<sup>3</sup> de relavera al estar sin medidas de contención puede deslizarse a cualquier momento afectando a las aguas del río Pucayacu y por ende aguas abajo.

La relavera N° 01 necesariamente necesita el mantenimiento del muro de contención ya que esta relavera contiene 32,192 m<sup>3</sup> de relaves acumulados de no dar mantenimiento puede deslizarse a cualquier momento afectando a las aguas del río Pucayacu y por ende aguas abajo.

Los componentes de planta concentradora y bocaminas es necesario la limpieza y tratamiento de mineral lo cual ayudaría en evitar la generación de lixiviados en la zona.

## CONCLUSIONES

La investigación realizada concluyo con las siguientes:

Los relaves al estar expuestos al medio ambiente sin ningún tratamiento y/o protección traen consecuencias de impacto al suelo, agua y aire. Esta singularidad está sucediendo en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel ubicado en el distrito de Yanacancha donde se tiene acumulado más de 50000 m<sup>3</sup> de relaves sin protección alguno lo cual está trayendo efectos ambientales negativos al ambiente de este lugar.

La relavera N° 02 no tiene un muro de contención lo cual es un riesgo a la naturaleza esta relavera contiene 16,740 m<sup>3</sup> de relavera al estar sin medidas de contención puede deslizarse a cualquier momento afectando a las aguas del río Pucayacu y por ende aguas abajo.

La relavera N° 01 necesariamente necesita el mantenimiento del muro de contención ya que esta relavera contiene 32,192 m<sup>3</sup> de relaves acumulados de no dar mantenimiento puede deslizarse a cualquier momento afectando a las aguas del río Pucayacu y por ende aguas abajo.

Los componentes de planta concentradora y bocaminas es necesario la limpieza y tratamiento de mineral lo cual ayudaría en evitar la generación de lixiviados en la zona.

## **RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones propuestas son las siguientes:

Se recomienda realizar un estudio Hidrogeológico en la zona de ubicación de los relaves específicamente a fin de tener información si esta presenta riesgo ambiental.

Se debe realizar pruebas mineralógicas a los relaves a fin de evaluar si estas pueden contener minerales que puede recuperarse o reprocesarlos lo cual ayudaría a disminuir el volumen de relave.

Difundir la presente investigación a los profesionales y poblaciones interesadas a fin de tomar medidas de prevención de los impactos negativos que están causando estos relaves.



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Buroz, (1994) y Meneses, & Gayoso, (1995) “Detalle y descripción Matriz de Leopold”.
- Consejo Internacional de Minería y Metales -ICMM (2021), Relaveras, tipos de relaveras.
- Cuentas Mario, Viza Owal, Avalos Américo y Huisa Fidel (2019) en su investigación titulada: “Evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros en la comunidad de Condoraque - Puno.
- Kerlinger (1979), p. 116 Tipos de Investigación.
- Ledesma, Julio (2019) en su investigación titulada: “Propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco.
- López-Espinosa, G.; Yera-Alós, I., Aparicio-Manresa, G.; Valdés-Mora, M.; Hernández-González, E. & González-Ramírez, E. 2005. Asociación entre la contaminación del ambiente laboral y las enfermedades respiratorias en una empresa minera. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 21: 1-19.
- Maria Chappuis (2019) en su investigación titulada: “Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú.
- Menéndez Julio (2021) “Contaminación del agua y suelo por los relaves mineros”.
- Montaño Jorge (2012) “Impacto de la contaminación minera y su incidencia en la oferta y demanda de los productos agrícolas, caso de la papa, cebada y quinua proveniente del municipio el Choro-La Paz Bolivia.
- Pedersen, T. F., & Losher, A. J. (2012). Diagenetic Processes in Aquatic Mine Tailings Deposits in British Columbia. *Chemistry and Biology of Solid Waste*, 238–258.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-642-72924-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-72924-9_10).

Rodríguez, R., Oldecop, L., Linares, R. & Salvadó, V. (2009). Los grandes desastres medioambientales producidos por la actividad minero-metalúrgica a nivel mundial: causas y consecuencias ecológicas y sociales. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 12(24), 7-25.

Villena-Chávez, J. 2018. Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35: 304-308.

Yohannessen Karla (2014) en su investigación titulada: “Efecto de la exposición al MP2.5 proveniente de relaves mineros en la función pulmonar en escolares de chañaral, III región, Chile.

Yupari, A. (2003). Informe “Pasivos ambientales mineros en Sudamérica”. Informe elaborado para la para CEPAL, el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, BGR, y el Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN.

Páginas de Internet:

Senamhi. (s. f.). de la página web del Ministerio del Ambiente.  
<https://www.minam.gob.pe/el-ministerio/organismos-adscritos/senamhi/>

# **ANEXOS**

*Anexo 1. Matriz de consistencia*

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>
<p>¿Cuáles son los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>            ¿Cuál es el volumen total de relaves acumulado por la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanácha-2022?</p> <p>¿Qué factores ambientales están siendo afectados por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanácha-2022?</p> <p>¿Tiene algún plan de cierre la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanácha-2022?</p>	<p>Determinar los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>            Determinar el volumen total de relaves acumulado por la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanácha-2022.</p> <p>Evaluar los factores ambientales están siendo afectados por la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanácha-2022.</p> <p>Examinar si se tiene algún plan de cierre para la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanácha-2022.</p>	<p>Los efectos negativos producidos por la relavera de la Empresa Minera San Miguel después de la evaluación son al agua y suelo.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS:</b>            El volumen total de relaves acumulado por la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanácha es mayor a 9 000 m<sup>3</sup></p> <p>Los factores ambientales están siendo afectados por la relavera de la Empresa Minera San Miguel son al agua y suelo ubicados en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanácha-2022.</p> <p>Actualmente no se tiene algún plan de cierre para la relavera de la Empresa Minera San Miguel ubicado en el área de la Comunidad Campesina de San Miguel del Distrito de Yanacanácha-2022.</p>	<p>Variable 1: Relavera de la Empresa Minera San Miguel.</p> <p>Variable 2: Efectos ambientales negativos a los factores ambientales</p>	<p>Método de investigación</p> <p>Método científico cuantitativo</p> <p>Nivel investigación Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación Es no experimental, transversal</p>	<p>Técnicas La observación. Instrumentos</p> <p>El instrumento de recolección de datos se obtuvo de los monitoreos de calidad de agua del equipo multiparámetro Hanna</p> <p>Muestra de estudio: 5 puntos de monitoreo y 5000m<sup>2</sup> de superficie de suelo</p>

*Anexo 2. Relave con presencia de desmonte de mina totalmente sin protección*



*Anexo 3. Vista de la relavera sin ningún protección afectando los factores ambientales*





*Anexo 4. Lixiviación de la relavera*



*Anexo 5. Muro de protección*





*Anexo 6. Carretera de la vista de la relavera*



*Anexo 7. Lixiación de la relavera*





*Anexo 8. Bocamina*





*Anexo 9. Planta concentradora*





