

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental e Ingeniería de  
Minas

Tesis

**Remoción de la turbidez y hierro en la laguna  
Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico,  
ubicado en San José de Quero, Junín - 2023**

Franklin Brocos Untiveros  
Nelson Rene Osco Aldana  
Kety Milagros Vila Lazo

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Minas e Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ Y HIERRO EN LA LAGUNA NEGRO BUENO MEDIANTE PROCESO FISICOQUÍMICO, UBICADO EN SAN JOSÉ DE QUERO, JUNÍN – 2023”

---

ORIGINALITY REPORT

---

13%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

---

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

---

12%

★ [repositorio.continental.edu.pe](http://repositorio.continental.edu.pe)

Internet Source

---

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 20 words

Exclude bibliography  On

**ASESORA**

Nélida Tantavilca Martínez

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la vida y la oportunidad de cumplir nuestros sueños de lograr nuestros objetivos, darnos salud y apoyo en esta etapa.

A nuestras familias por el aliento, consejos y apoyo incondicional en momentos buenos y malos.

A nuestra asesora la Ing. Nélide Martínez Tantavilca por su asesoría constante, su tiempo y consejos.

A la comunidad de San José de Quero, por el permiso que nos brindó de poder acceder al lugar y brindarnos las facilidades de sacar nuestras muestras de agua.

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos quienes fueron el pilar fundamental en darme una educación de calidad y todo su apoyo para lograr mis objetivos como profesional.

*Franklin Brocos*

A mis padres quienes me inculcaron valores como la disciplina que fue indispensable para cumplir mi objetivo como profesional  
A mi hermana con su apoyo incondicionales momentos difíciles.

*Nelson Osco*

A Dios por estar presente en cada proyecto de mi vida.

A mi padre que me apoya desde un lugar muy especial, a mi madre por todo el apoyo y la confianza que depositó en mí y a mis hermanos por ser el pilar para ser constante y no rendirme en esta etapa profesional.

*Milagros Vila*

## ÍNDICE

<b>ASESOR.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE LAS TABLAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>13</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.1.2. Formulación del problema.....	13
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1. Objetivo General.....	14
1.2.2. Objetivos Específicos.....	14
1.3. Justificación e importancia.....	14
1.3.1. Justificación.....	14
1.3.2. Importancia.....	15
1.4. Hipótesis.....	15
1.4.1. Hipótesis General.....	15
1.4.2. Hipótesis Específicos.....	15
1.5. Variables.....	16
1.5.1. Variable independiente.....	16
1.5.2. Variable dependiente.....	16
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>17</b>
2.1. Antecedentes del problema.....	17
2.1.1. Antecedentes en artículos.....	17
2.1.2. Antecedentes en Tesis.....	18
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.2.1. Generalidades del Pasivo Ambiental.....	19

2.2.2.	Climatología .....	26
2.2.3.	Medio Biológico .....	26
2.2.4.	Geología .....	28
2.2.4.2.	Geología Local .....	28
2.2.4.3.	Geología Regional.....	28
2.2.5.	Geomorfología .....	29
2.2.6.	Fisiografía .....	30
2.2.7.	Hidrogeología.....	31
2.2.8.	Hidrografía .....	32
2.2.9.	Fundamentos Teóricos del Proyecto de Investigación .....	34
2.2.10.	Base Legal.....	38
2.3.	Términos Básicos.....	40
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>42</b>
3.1.	Métodos, y alcance de la investigación.....	42
3.1.1.	Método de investigación .....	42
3.1.2.	Tipo de investigación .....	42
3.1.3.	Nivel de investigación .....	42
3.2.	Diseño de la investigación.....	42
3.3.	Población y muestra .....	42
3.3.1.	Población.....	42
3.3.2.	Muestra.....	42
3.4.	Procedimiento .....	42
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	44
3.5.1.	Técnicas de recolección de datos .....	44
3.5.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	44
3.5.3.	Equipos, materiales y reactivos .....	44
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>45</b>
4.1.	Resultados de tratamiento y análisis de información.....	45
4.2.	Resultados de la muestra de mentales con muestra In situ .....	45
4.3.	Resultados de la remoción turbidez y hierro .....	46
4.3.1.	Remoción de la turbidez .....	47

4.3.2.	Remoción del Hierro .....	48
4.4.	Resultados de Experimento A (Dosis 0.1ml/L) .....	48
4.5.	Resultado de Experimento B (Dosis 0.2ml/L).....	50
4.6.	Resultados de la muestra de Hierro.....	51
4.7.	Determinación de la Dosis Optima, Velocidad y Tiempo.....	52
4.7.1.	Determinación de la Dosis Optima del Coagulante, Velocidad y tiempo ..	52
4.7.2.	Determinación de la Dosis Optima del Floculante, Velocidad y tiempo....	53
4.8.	Prueba de Hipótesis .....	53
4.8.1.	Hipótesis General.....	53
4.8.2.	Hipótesis Específicos 1 .....	53
4.8.3.	Hipótesis Específicos 2 .....	54
4.8.4.	Hipótesis Específicos 3 .....	55
4.9.	Discusión de resultados.....	55
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>56</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>57</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>58</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>63</b>

## ÍNDICE DE LAS ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa Política .....	19
Ilustración 2 Mapa General del Pasivo Ambiental .....	20
Ilustración 3 Recorrido del efluente.....	21
Ilustración 4 Salida del efluente.....	21
Ilustración 5 Poza de sedimentación.....	22
Ilustración 6 Salida del efluente.....	22
Ilustración 7 Zona Afectada 1 .....	23
Ilustración 8 Laguna Negro Bueno .....	23
Ilustración 9 Zona afectada 2 .....	24
Ilustración 10 Laguna 54-1 .....	24
Ilustración 11 Punto de muestreo.....	25
Ilustración 12 Estación Meteorológica – San Juan de Jarpa .....	26
Ilustración 13 Mapa Geológico.....	29
Ilustración 14 Mapa Geomórfico .....	30
Ilustración 15 Mapa Fisiografía .....	31
Ilustración 16 Hidrogeología de la zona de estudio.....	32
Ilustración 17 Vista Panorámica de la Laguna Negro Bueno .....	33
Ilustración 18 Vista Panorámica de la Laguna 54-1 .....	34
Ilustración 19 Sulfato Férrico .....	35
Ilustración 20 Policloruro de Aluminio .....	36
Ilustración 21 Sulfato de Aluminio.....	36
Ilustración 22 Cloruro Férrico .....	37
Ilustración 23 Ph Inicial – Muestra No Tratada.....	46
Ilustración 24 Comparación de los resultados de turbidez.....	47
Ilustración 25 Comparación de los resultados de Hierro .....	48
Ilustración 26 Grafico comparativo con los 4 coagulantes a dosis de 0.1 ml/L.....	49
Ilustración 27 Coagulación con los 4 tipos de Coagulantes 0.1 ml/L.....	50
Ilustración 28 Grafico comparativo con los 4 coagulantes a 0.2 ml/L.....	51
Ilustración 29 Coagulación con los 4 tipos de Coagulantes – 0.2 ml/L.....	51

## ÍNDICE DE LAS TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de muestra de calidad de agua.....	25
Tabla 2. Ruta Lima - Laguna Negro bueno .....	25
Tabla 3. Flora.....	27
Tabla 4. Fauna.....	27
Tabla 5. Resultados de análisis de metales contaminantes con muestra no tratada....	45
Tabla 6. Resultados de los parámetros de Turbidez y Hierro .....	46
Tabla 7. Resultados de los coagulantes a una dosis de 0.1ml/L .....	49
Tabla 8. Resultados de los coagulantes a una dosis de 0.2 ml/L .....	50
Tabla 9. Resultado de análisis de hierro con muestra tratada .....	52
Tabla 10. Determinación de coagulante.....	53
Tabla 11. Determinación de floculante .....	53
Tabla 12. Resultados de la muestra In situ.....	54
Tabla 13. Resultados a una dosis de 0.1 ml/L.....	54
Tabla 14. Resultados a una dosis de 0.2 ml/L.....	54
Tabla XV Resultados de la muestra con coagulante PAC.....	55

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea como objetivo: determinar la influencia de la remoción de la turbidez y hierro de la laguna Negro Bueno mediante el proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023; y la hipótesis general es: el Coagulante tipo PAC que influye positivamente en la remoción de la turbidez y hierro en la laguna Negro Bueno mediante el proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.

El método de investigación empleado en el presente trabajo fue el científico, de tipo experimental - aplicada, ya que se tendrá que manipular las variables experimentales con el fin de entender el evento generado. El efluente que vierte de la mina abandonada *Carbón Aceros Norte* hacia la laguna Negro Bueno el cual desemboca en la laguna 54 -1; la muestra fue tomada en el punto de desemboque de la laguna Negro Bueno a la laguna 54 -1.

Producto del trabajo de investigación se concluye que, mediante el proceso fisicoquímico se logró determinar el coagulante y dosis óptima para la muestra de agua de la laguna Negro Bueno, obteniendo como resultado el coagulante PAC (Policloruro de Aluminio) a una dosis de 0.2 ml/L y el floculante tipo Aniónico con una dosis de 5ml/L, con dicho proceso se logró una remoción al 97.28 % de turbidez y 99.63 % de hierro, logrando estar dentro de los parámetros de la norma D.S 004-2017-MINAM, categoría 1, Subcategoría A2.

**Palabras Clave:** *coagulación-floculación, PAC (Policloruro de Aluminio), floculante Aniónico*

## ABSTRACT

The objective of this research work is to "Determine the influence of the removal of turbidity and iron from the Negro Bueno lagoon through the physicochemical process, located in San José de Quero, Junín 2023", the approach of our general hypothesis was: the PAC type coagulant positively influences the removal of turbidity and Iron in the Negro Bueno lagoon through the physicochemical process, located in San José de Quero, Junín 2023

The research method used in the present investigation was scientific, of an experimental- applied type, since the experimental variables will have to be manipulated in order to understand the generated event. The effluent that pours from the abandoned mine "Carbón Aceros Norte" to the Negro Bueno lagoon and this flows into lagoon 54-1. and the sample was taken at the outlet point of the Negro Bueno lagoon to the 54-1 lagoon.

As a result of the research work, it is concluded that through the physicochemical process it was possible to determine the coagulant and optimal dose for the water sample from the Negro Bueno lagoon, obtaining as a result the aluminum polychloride coagulant (PAC) at a dose of

0.2 ml/L. and the Anionic Flocculant with a dose of 5ml/L, since with this process a removal of 97.28% of turbidity and 99.63% of Iron is achieved, achieving compliance with the parameters of the D.S 004-2017-MINAM standard, category 1. , Subcategory A2.

**Keywords:** *coagulation-flocculation, Aluminum Polychloride (PAC), Anionic flocculant.*

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se lleva a cabo en la laguna Negro Bueno, considerado también como un pasivo ambiental dentro del distrito de San José de Quero, la cual genera impactos negativos producto de los efluentes de la mina abandonada ubicada al costado, por ello, se realiza el presente estudio que tiene como objetivo determinar la influencia de la remoción de la turbidez y hierro, mediante el proceso fisicoquímico (coagulación y floculación). Cumpliendo los estándares de los límites máximos permisibles que nos indica en el Norma del Decreto Supremo 004-2017-MINAM, Categoría 1, Subcategoría A2.

El presente trabajo de investigación de desarrolla en cuatro capítulos, abordando los siguientes puntos:

**CAPÍTULO I:** se enfoca el planteamiento y formulación del problema general y específicos, los objetivos y la justificación e importancia.

**CAPÍTULO II:** se describe el marco teórico, antecedentes en artículos y tesis, bases teóricas y definiciones de términos básicos.

**CAPÍTULO III:** se indica la metodología de investigación, el enfoque, tipo, diseño de la investigación, población y muestra, y técnicas de análisis de datos.

**CAPÍTULO IV:** se dan a conocer los resultados obtenidos y su respectiva discusión.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del problema

El agua es un recurso vital para todo ser vivo en el planeta que ha utilizado la humanidad desde principio de su existencia. En los últimos ciclos por culpa de la revolución industrial y la sobre explotación de los recursos el medio ambiente se vio afectado (1). La contaminación es el resultado del desconocimiento de los efectos nocivos de la actividad humana y por la falta de normativas que regule la actividad humana.

Por eso el gobierno peruano publicó la “Ley N° 28271, ley que regula los pasivos ambientales” en el año 2004, sin embargo, tenía ambigüedades y no precisaba en algunos puntos, esto ocasionó que muchas empresas abandonan la titularidad de los pasivos y estas quedarán a responsabilidad del estado, por ello, se publicaron posteriores modificatorias (2). Actualmente en el Perú existen un total de 7956 Pasivos Ambientales Mineros (PAM), de los cuales 921 están clasificados como de alto y muy alto riesgo (3).

El pasivo ambiental del cual se realizó el proyecto de investigación se ubica en Distrito San José de Quero, Provincia Concepción, Departamento Junín, según la Resolución Ministerial N° 335-2022 MINAM/DM (4). Esta laguna es conocida por los pobladores de la zona como “Negro Bueno” y desemboca en otra laguna 54-1, por lo tanto, viene afectando la flora y fauna en la zona del proyecto.

#### 1.1.2. Formulación del problema

##### 1.1.2.1. Problema General

¿Cuál es la influencia de la remoción de la turbidez y hierro en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023?

### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el elemento contaminante en la laguna Negro Bueno ubicado en San José de Quero, Junín - 2023?
- ¿Cuál de los coagulantes tendrá mayor eficiencia de la remoción de la turbidez en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023?
- ¿Cuál de los coagulantes tendrá mayor eficiencia en la remoción del hierro en la laguna Negro Bueno mediante el proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar la influencia de la remoción de la turbidez y hierro de la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar el elemento contaminante en la laguna Negro Bueno ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.
- Determinar la influencia de la aplicación del coagulante en la remoción de la turbidez de la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.
- Determinar la influencia de la aplicación del coagulante en la remoción de hierro en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.

## **1.3. Justificación e importancia**

### **1.3.1. Justificación**

#### **1.3.1.1. Justificación teórica**

Esta tesis servirá como antecedente para futuras investigaciones en torno a la remoción de la turbidez y hierro mediante el proceso físico químico con el uso de coagulantes, en las aguas residuales industriales generadas por la minería.

### **1.3.1.2. Justificación social**

Esta tesis se enfoca en remediar el pasivo ambiental Negro Bueno, ya que esta laguna es un recurso hídrico donde habita diversidad de flora y fauna, además de que los pobladores aledaños pastorean a su ganado.

### **1.3.1.3. Justificación práctica**

La presente tesis busca determinar el coagulante más eficiente para la remoción de la turbidez y hierro de la laguna Negro Bueno, por ende, el uso del proceso físico - químico propone mejores alternativas a la hora de elegir un tipo de coagulantes para la eliminación de las partículas suspendidas en lagunas con similares características.

### **1.3.1.4. Justificación metodológica**

Esta investigación muestra una metodología de observación, recolección, análisis de datos y posteriormente la medición de los resultados obtenidos de la prueba de jarras; de tal manera nos permite verificar la hipótesis para así llegar a la resolución del problema planteado.

## **1.3.2. Importancia**

La importancia del presente trabajo de investigación, es identificar el contaminante de la laguna Negro Bueno y a través del proceso fisicoquímico lograr la remoción de la turbidez y hierro, para brindar una alternativa de solución a dicha laguna. Con este proyecto de investigación ayudaremos a la conservación y recuperación de la flora y fauna del lugar, de la misma forma se beneficiará a la comunidad aledaña.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

El coagulante tipo PAC influye positivamente en la remoción de turbidez y hierro en la laguna Negro Bueno mediante el proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- El coagulante tipo PAC influye positivamente en la remoción de turbidez en la laguna Negro Bueno mediante el proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.

- El coagulante tipo PAC influye positivamente en la remoción de hierro en laguna Negro Bueno mediante el proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín – 2023.
- El elemento hierro es el principal contaminante en el cuerpo de agua ubicado en San José de Quero, Junín – 2023.

## **1.5. Variables**

### **1.5.1. Variable independiente**

Proceso físico-químico

### **1.5.2. Variable dependiente**

X1: remoción de turbidez

X2: remoción de hierro

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del problema

#### 2.1.1. Antecedentes en artículos

- El artículo científico “*Tratamiento por coagulación-floculación a efluente de la Empresa del Níquel comandante Ernesto Che Guevara*”, menciona como objetivo principal: estudiar la recuperación de níquel por medio del proceso físico-químico, al efluente carbonato antes de su paso hacia la precipitación con hidrosulfuro de amonio, ya que el lugar contiene un total de 183.03mg/l de níquel. Se realizó el análisis con diferentes dosis de coagulación y otras con el efluente, haciendo un total de seis coagulantes distintos y dosis diferentes. Los resultados obtenidos fueron con el sulfato de aluminio en dosis de 300 mg/L y la cal hidratada a una dosis de 150 mg/L. a una recuperación de 91.70 % del total de níquel, pero con el efluente pre destilado, no se obtuvieron los resultados requeridos de precipitación (5).
- El artículo científico “*Remoción del arsénico en agua mediante procesos de coagulación y floculación*”, indica que el arsénico como los compuestos que posee están considerados como cancerígenos para los humanos por las evidencias epidemiológicas en la salud. En el artículo se desarrollaron ensayos en el laboratorio a través del proceso de *Coagulación y Floculación*, con el objetivo de eliminar el arsénico del agua para consumo humano. Los ensayos se realizaron con una dosis de 5 a 500mg/l en partícula sólida y una concentración inicial del arsénico desde 0.5 a 5mg/l, llevando a cabo más de 100 experimentos. A partir de las pruebas y del resultado obtenido con valores de  $R > 0.90$  se realizó un análisis logrando determinar los parámetros de control de la remoción, que fue con el floculante, pH del líquido y la concentración de sólidos suspendidos (6).
- El artículo científico “*Estudio de la coagulación de partículas*”

*coloidales de AgI por influencia de Quitosano con sulfato de aluminio*”, tiene como objetivo determinar los parámetros óptimos para la coagulación - floculación de los elementos que se encuentren suspendidos como el yoduro de plata (AgI) con carga negativa en el agua, llegando a la conclusión que para este caso, los parámetros óptimos para el proceso de *Coagulación - Floculación* del sistema coloidal de AgI (yoduro de plata), son 600 mL a un pH 6; por la acción de la solución quitosano son: a una concentración de 0,01 % con un volumen óptimo de 25 mililitros y el pH encontrado es igual a 4, empleando sulfato de aluminio a una concentración de 30 partes por millón, un pH 4,5 y un volumen 25 ML. (7).

### **2.1.2. Antecedentes en tesis**

- La tesis titulada: *“Estudio de impacto ambiental semidetallado del proyecto minero Azulcocha del distrito San José de Quero/Tomas - Provincia de Concepción/Yauyos - departamento de Junín/Lima”*, cuyo objetivo general es llevar a cabo el estudio de impacto ambiental generado por las actividades de explotación y beneficio dentro del proyecto minero Azulcocha; en sus hipótesis indica que se identificará y se evaluará los impactos ambientales de dicho proyecto minero. Concluyendo con el compromiso y la responsabilidad de cumplir con la Legislación Peruana y con la población, generando dentro de este proyecto acciones positivas, motivo por el cual, los recursos serán utilizados eficientemente para financiar proyectos de la población y programas sociales (8).
- En la investigación titulada *“Tratamiento fisicoquímico de aguas turbias de la minera aurífera Tunquimayo mining E.I.R.L Camanti-Quincemil”*, señala como principal problema: ¿Es viable el tratamiento fisicoquímico de la turbidez del agua generada por la Empresa Minera Aurífera Tunquimayo Mining E.I.R.L. Camanti-Quincemil?, obteniendo la siguiente conclusión: El agua que presentaba turbidez fue sometida a un proceso fisicoquímico, logrando cumplir con los parámetros establecidos por las normas en el D.S N°004-2017-MINAM, reduciendo los valores de SST de 2360 mg/L a 20 mg/L y la turbidez de 3893 NTU a 6.07 NTU, obteniendo

un porcentaje de remoción del 99.84 % de la turbidez (9).

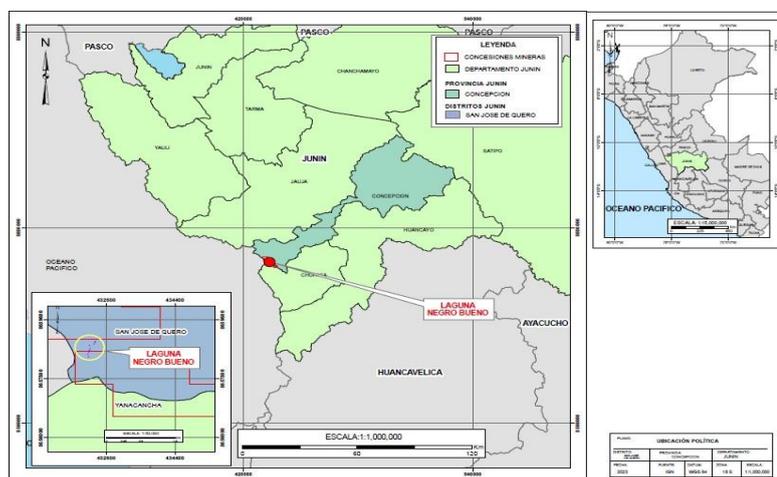
- La tesis titulada “*Tecnología para aplicación del policloruro de aluminio en procesamiento de aguas*”, señala como objetivo principal: Determinar qué tipo de coagulantes son más eficaces para el agua utilizada y establecer criterios adecuados para la aplicación de polímeros ayudantes de floculación. Llegando a las siguientes conclusiones: el primero, se concluye que, a raíz de las pruebas realizadas a nivel de laboratorio el policloruro de aluminio (PAC) es el coagulante que logró remover mayor porcentaje de turbidez presente en el agua y mantiene un Ph estable; la segunda, es que el policloruro de aluminio (PAC) representa un menor gasto económico en comparación al sulfato de aluminio (10).

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Generalidades del Pasivo Ambiental

#### 2.2.1.1. Ubicación

La laguna Negro Bueno se ubica en el distrito San José de Quero, Concepción – Junín, se encuentra a una altitud de 4550 msnm.



**Ilustración 1. Mapa Político**

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### 2.2.1.2. Descripción general

En la visita se verificó la contaminación del efluente de la empresa

minera, las zonas afectadas donde se puede observar empozamientos de agua contaminada están marcadas en la Figura 21 con líneas rojas. A continuación, se detalla el curso del agua desde su origen para identificar los lugares donde se evidencia el impacto ambiental.

- En la Ilustración 21, se muestra una vista general en relación con la laguna Negro Bueno y la Laguna 54-1.
- Actualmente ya no se labora en la mina

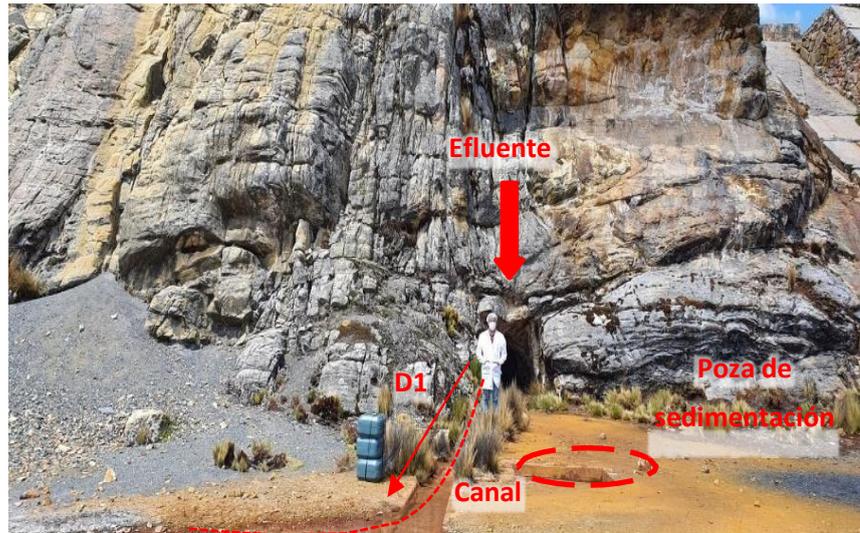
### **Ilustración 2. Mapa general del pasivo ambiental**



**Fuente:** Google Earth

A continuación, se presentan Ilustraciones y su respectiva descripción para mayor detalle.

- Efluente producto de la minería que recorre el canal en dirección D1 y se observa una poza de sedimentación al lado del canal.



**Ilustración 3:** *Recorrido del efluente*

**Fuente:** *Elaboración propia*

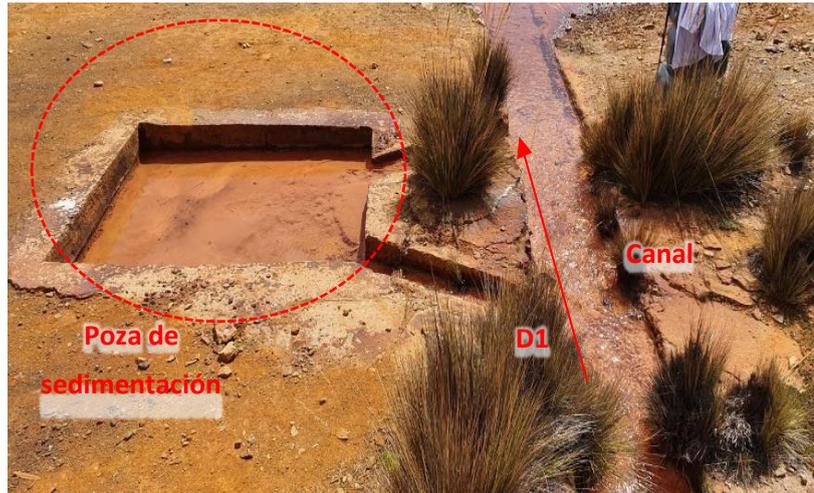
- El efluente que sale de la mina abandonada es de color anaranjado, rojizo.



**Ilustración 4:** *Salida del efluente*

**Fuente:** *Elaboración propia*

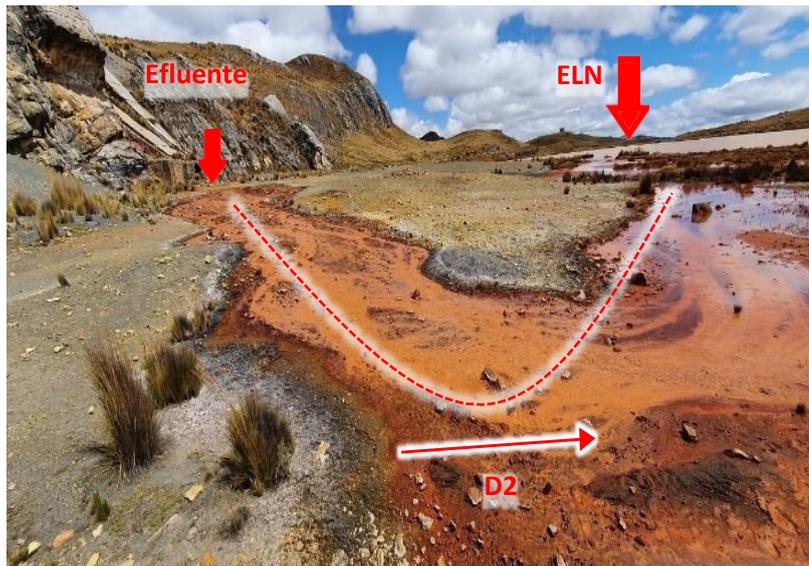
- En la Ilustración 5, se observa una poza de sedimentación que tenía la función de sedimentar el material particulado del efluente producto de la mina.



**Ilustración 5:** *Poza de sedimentación*

**Fuente:** *Elaboración propia*

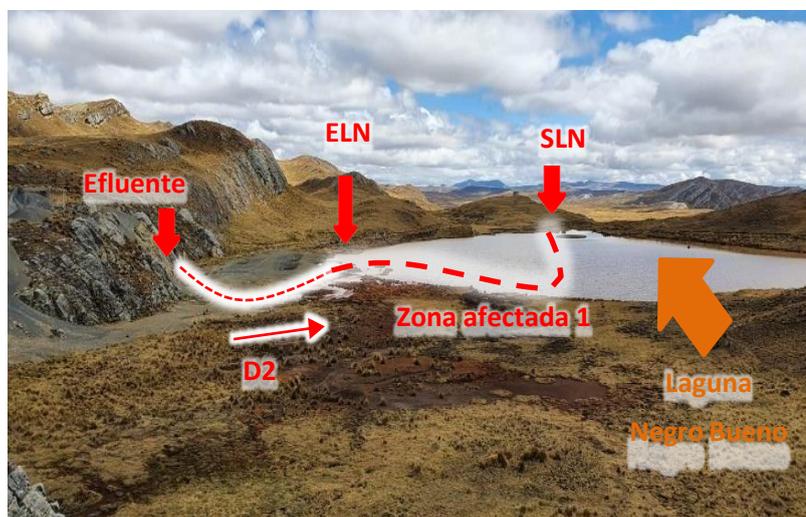
- En la Ilustración 6, se observa el cauce del efluente de la mina de color anaranjado, rojizo, siguiendo la dirección D2.



**Ilustración 6** *Salida del efluente*

**Fuente:** *Elaboración propia*

- En la Ilustración 7, se observa la zona afectada producto del efluente de la mina abandonada siguiendo la dirección D2, desembocando a la laguna Negro Bueno.



**Ilustración 7:** *Zona Afectada 1*

**Fuente:** *Elaboración propia*

- Se observa en la Ilustración 8 el efluente de la mina abandonada que ingresa como indica la flecha ELN, siguiendo la dirección D3.



**Ilustración 8:** *Laguna Negro Bueno*

**Fuente:** *Elaboración propia*

- Siguiendo el cauce de la laguna Negro Bueno en dirección D5 se llega a la Laguna 54-1, se observa el agua contaminada en todo el cauce de la zona afectada 2.



**Ilustración 9** Zona afectada 2

**Fuente:** *Elaboración propia*

- Se recogieron muestras M1, lo que nos ayudó a verificar la contaminación del agua producto de la mina abandonada.



**Ilustración 10** Laguna 54-1

**Fuente:** *Elaboración propia*

- De acuerdo con los resultados de los análisis se determinó la calidad del agua antes del contacto con la Laguna 54-1.



**Ilustración 11:** Punto de muestreo

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla 1 se observan las coordenadas donde se realizó las respectivas muestras que fueron analizadas en un laboratorio acreditado por INACAL.

**Tabla 1.** *Coordenadas de muestra de calidad de agua*

Coordenadas UTM – WGS 84		
Vértice	Este	Norte
M1	432340	8658906

**Fuente:** *Elaboración propia*

### 2.2.1.3. Accesibilidad

La ruta para llegar al pasivo ambiental es por vía terrestre que inicia en Lima haciendo un total de 358 Km.

**Tabla 2.** *Ruta Lima - Laguna Negro bueno*

Ruta	Distancia(km)	Tipo de vía
Lima – Oroya	181	Asfaltado
Oroya – Concepción	124	Asfaltado
Concepción – Cuncancocha	52	Asfaltado
Cuncancocha – Laguna Negro Bueno	1	Trocha Carrozable
TOTAL	358	-----

**Fuente:** *Elaboración propia*

### 2.2.2. Climatología

En el distrito de San José de Quero, la altitud va desde los 3.500 hasta más de 4.500 m.s.n.m.

El arroyo de la laguna de Chicchicocha brinda una ruta al alto Yanacancha que conduce al sector Mezapata que es tan importante como la laguna de Huascacocha.

Yanacancha está conectada por la vía Chupaca – Ahuac, específicamente por la carretera pavimentada de Yanacancha; las lagunas y laderas superiores visitadas, se encuentran en las laderas orientales de los Andes Occidentales llenos de cañones; las descargas de la laguna Negro Bueno, 54-1 y la laguna Aihuín desvían sus aguas hacia la quebrada Hatun Huasi y Tranca para luego formar el río Santa Rosa (11 p. 2).

El mayor suministro de agua es estacional, es decir con las lluvias que generalmente ocurren de enero a marzo con un promedio de 750 milímetros. La temperatura mínima y máxima anual oscila entre 19 y 4 °C, con una temperatura media anual de 10 °C; las heladas suelen ocurrir entre junio y julio sin lluvia y con valores de temperatura por debajo de los 7 °C en ocasiones a -5 °C (11 p. 3).

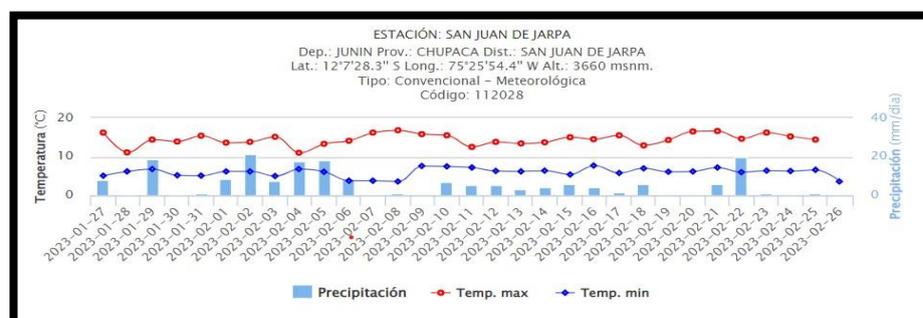


Ilustración 12: Estación Meteorológica – San Juan de Jarpa

Fuente: SENAMHI

### 2.2.3. Medio Biológico

Se define como los factores bióticos (plantas, animales y microorganismos), la conservación de la diversidad biológica influye en la participación y justa de estos factores.

- **Flora:** la flora predominante dentro de la zona se ve limitado por las

condiciones ambientales propias de la región que presenta un clima frío, donde sobresale la abundancia de gramíneas, ichus y como productos la papa, cebada, etc.

Entre las especies dominantes se tiene los siguientes:

**Tabla 3: Flora**

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Ichu	Stipa Ichu	Gramineas
Totora	Schonoplectus Californicus	Cyperaceae
Quinual	Polylepis Bessri	Rosacea
Retama	Retama	Fabeceae

**Fuente:** *Elaboración propia*

- **Fauna:** diversidad biológica de esta zona de estudio o puna de los Andes Centrales, en la siguiente tabla se mencionan las especies representativas.

**Tabla 4: Fauna**

Clase	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
AVES	Paloma Torcasa	<i>Columba Facisto</i>	Columbidae
	Jilguero Andino	<i>Spinus Mayallarius</i>	Fringillidae
	Pampero Andino	<i>Geositto saxicolina</i>	Furnariidae
MAMIFERO	Zambullidor de Junín	<i>Podiceps taczanowskii</i>	
	Zorro andino	<i>Conepatus rex</i>	Mustelidae
	Zorrino	<i>Dusicyon culpaeus</i>	Canidos
REPTILES	Lagartija	<i>Liolaemus walkeri</i>	Iguanidae

**Fuente:** *Elaboración propia*

## **2.2.4. Geología**

### **2.2.4.1. Definición**

La geología es la ciencia encargada de investigar la composición de la tierra desde una perspectiva físico-química e histórica, permitiendo comprender los diferentes procesos que componen el tiempo geológico. La geología también se llama ciencia de la tierra porque enseña diferentes aspectos de la tierra (12 p. 9).

### **2.2.4.2. Geología local**

En la zona aledaña del pasivo ambiental se puede observar principalmente series de carbonatos, areniscas, lutitas y carbón (11, p. 4).

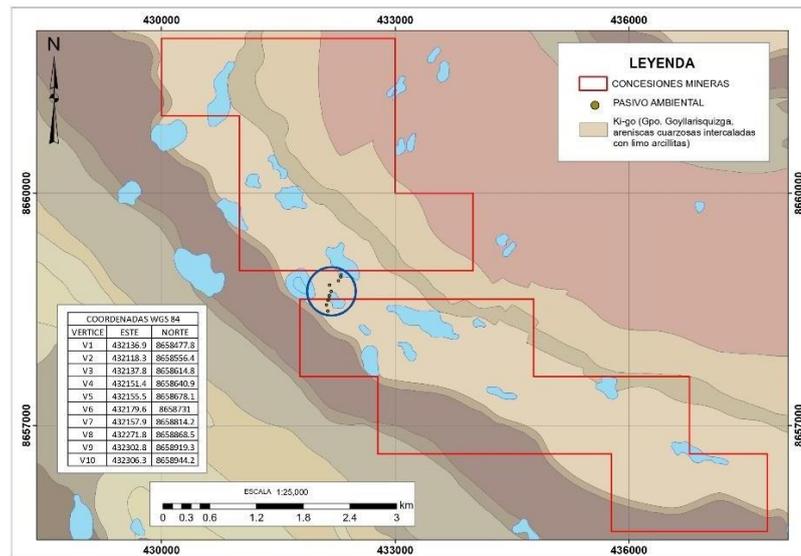
Como menciona el informe técnico de la zona de San José de Quero se puede encontrar series basales de origen continental - fluvial que tienen por característica areniscas blancas, conglomerados y con depresiones limo-arenosas (11 p. 7).

### **2.2.4.3. Geología regional**

Se localizan distintas formaciones geológicas, la secuencia estratigráfica que podemos encontrar en la región Junín es variada y contiene unidades litológicas que se originaron en el precámbrico hasta la etapa cuaternaria (13 p. 19).

#### **2.2.4.3.1. Grupo Goyllarisquizga, areniscas cuarzosas intercaladas con limo arcillitas (Ki-go)**

Al visitar la zona de investigación logramos identificar que el grupo Goyllarisquizga afloró en San José de Quero y específicamente en la laguna Negro Bueno (14 p.885).



**Ilustración 13** Mapa Geológico

**Fuente:** INGEMMET

## 2.2.5. Geomorfología

### 2.2.5.1. Definición

Es una rama de la Geología y Geografía que tiene como objeto principal de estudio la forma y análisis de las características de la superficie terrestre, a continuación de detalla la Geomorfología del lugar de estudio (15).

### 2.2.5.2. Geomorfología de la zona de estudio

Las vertientes orientales de la cordillera Occidental, al noreste del cuadrángulo de Yauyos, ubicado en la zona de estudio, corresponden a la divisoria continental de aguas superficiales que desembocan en los afluentes del río Cañete y Mantaro (11 p. 9).

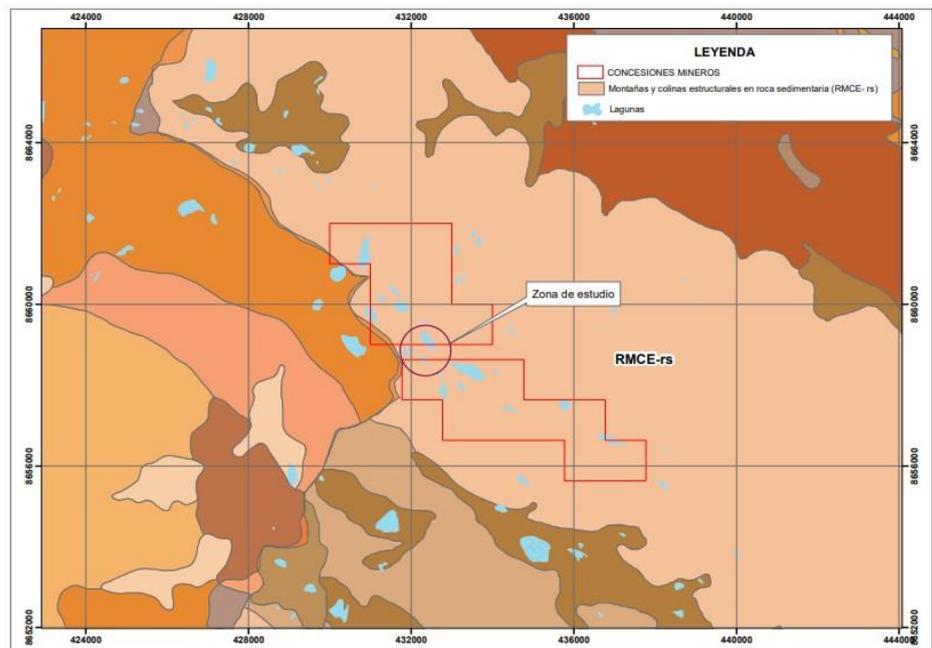
Morfológicamente cuenta con dorsales tectónicas empinadas asociadas con fallas o pliegues de tendencia modelados por la actividad glacial del Cuaternario, se han encontrado montañas y colinas alineadas, así como depresiones alargadas que representan formaciones de lagunas (11 p. 9).

En las transiciones entre altas montañas y mesetas predominan en este sector pendientes de 5° a 15°, siendo raras las pendientes altas (>45°) (11 p. 9).

#### • Estructuras de montañas y colinas en rocas sedimentarias (RMCE-rs):

se identificaron unidades morfológicas tectónicas desarrolladas en

rocas sedimentarias (areniscas y lutitas) del Grupo Yura. El patrón de drenaje del valle en forma de V casi paralelo típico de estas unidades tiene una pendiente que varía entre 15° y 25° en la pendiente (16 p.8).



**Ilustración 14:** Mapa Geomórfico

**Fuente:** INGEMMET

## 2.2.6. Fisiografía

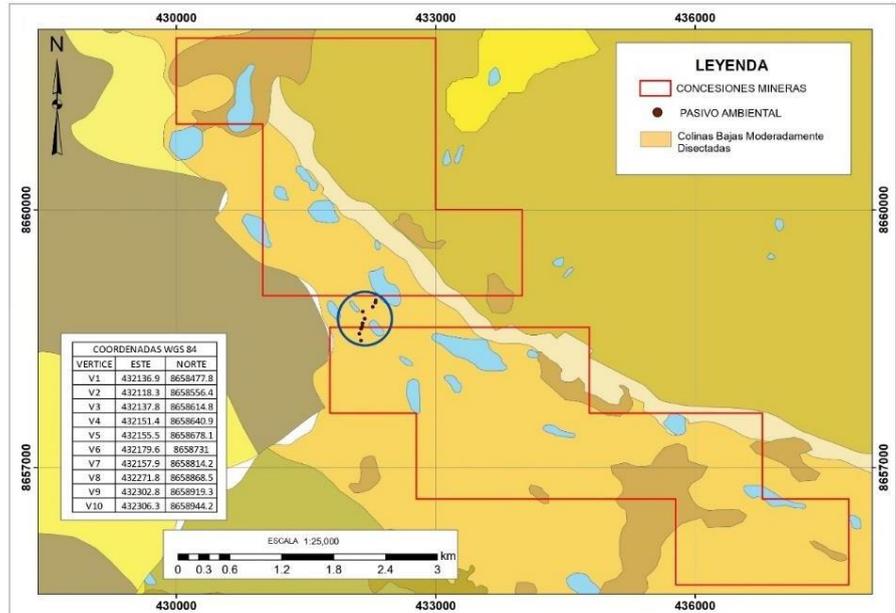
### 2.2.6.1. Definición

La fisiografía se define como la descripción de la morfología de la Tierra a partir del relieve del área de estudio y estudios petrológicos. Para realizar un análisis físico geográfico se necesita información sobre climatología, geología y topografía (17).

### 2.2.6.2. Colinas bajas moderadamente disectadas

Estas estructuras están constituidas por estructuras anticlinales que no sobrepasan los 80 metros, con una inclinación de 20-50 % son de origen aluvial y material terciario

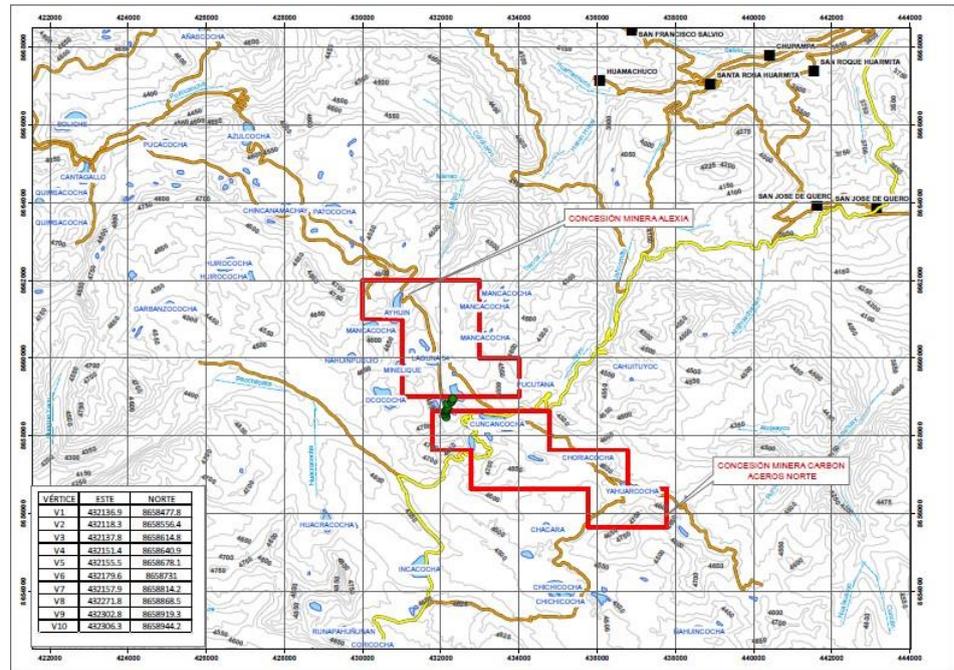
**Ilustración 15: Mapa Fisiografía**



**Fuente:** ZEE

### 2.2.7. Hidrogeología

Desde una perspectiva hidrogeológica, no existen estudios que puedan clasificar las aguas subterráneas que se encuentran en la Tierra, las propiedades de permeabilidad de las rocas, los inventarios de manantiales, etc. en el área de estudio. Solo se sabe que existen dos manantiales importantes en el área conocida como Kinualupukio y Pichapukio. El primero, nace en el municipio de Quero y fluye en sentido de este-oeste hacia los municipios de San Roque de Huarmitá, Chaquicocha, Quero y Chala, y es tomada de los canales de riego por artesanos especializados. Se construyó un embalse en Pichapukio, favoreciendo a las localidades de Santa Rosa de Warmita, Tinco y Uxibamba. Las curvas irregulares y las rocas carbonatadas de pendiente pronunciada son abundantes, lo que facilita la intrusión de agua de lluvia estacional. (11 p. 9).



**Ilustración 16:** Hidrogeología de la zona de estudio

Fuente: IGN

## 2.2.8. Hidrografía

### 2.2.8.1. Definición

La hidrografía es una ciencia que estudia el detalle de las masas/cuerpos de aguas de la tierra. De tal manera que estas pueden ser plasmadas en un mapa (18). A continuación, se muestra la hidrografía de la laguna Negro Bueno y la laguna 54 - 1.

### 2.2.8.2. Laguna Negro Bueno

La laguna Negro Bueno tiene 480 m de largo, 226 m de ancho, profundidad desconocida, se observó que el nivel actual del agua está 3,5 msnm. La laguna Negro Bueno se ubica a 4.500 msnm y se encuentra rodeada por acantilados de piedra caliza intercalados con capas de arcilla negra y materia orgánica de formaciones como: Pariatambo y Turek, intercalados con micro conglomerados blanquecinos de las formaciones Goyllarisquiza. Los estratos buzcan en dirección noroeste y de manera similar, el flujo no muestra signos de escorrentía superficial o erosión, lo que indica un flujo constante; sin embargo, se ha observado que sedimentos glaciales cuaternarios

muy superficiales que recubren calizas están saturados de agua debido al grado de infiltración y por las conexiones de fractura que conforman el subsuelo rocoso. Por lo tanto, el aumento ligero del nivel de la laguna Negro Bueno, es por el resultado de la permeación secundaria. En la vertiente occidental de la laguna Negro Bueno se aprecian depósitos coluviales formados por caída de rocas y volcamientos. En el margen este hay un área de drenaje de la laguna cortada en la secuencia unitaria Goyllarisquizga (11 p. 16).



**Ilustración 17:** *Vista Panorámica de la laguna Negro Bueno*

**Fuente:** *Elaboración propia*

### **2.2.8.3. Laguna 54-1**

La laguna 54-1 se ubica a 4.390 msnm. al lado de la laguna Negro Bueno. Esta laguna se encuentra completamente rodeada por material tipo areniscas de conglomerado blanco, de granofino y una serie de depresiones de arena limosa o carbón limoso. La laguna 54-1 tiene 328m de largo y 286m de ancho (11 p. 18) y está contaminada por que está a cerca de la laguna Negro Bueno, pero ello no es visible.



**Ilustración 18:** *Vista panorámica de la laguna 54-1*

**Fuente:** *Elaboración propia*

## **2.2.9. Fundamentos teóricos del proyecto de investigación**

### **2.2.9.1. Cuerpos de Agua**

#### **2.2.9.1.1. Definición**

El agua es considerada como recurso natural indispensable para todo ser vivo y tiene diversos usos socioeconómicos, pero el crecimiento acelerado de la población hizo que se genere un efecto negativo en la calidad de este recurso tan importante (19 p. 3).

ANA (Autoridad Nacional del Agua), en la Ley de Recurso Hídrico – Ley N° 29338 (19), los clasifica en: ríos, lagos y lagunas, así como: “Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-agua) establecidos mediante el decreto supremo N°004-2017-MINAM” (20).

#### **2.2.9.1.2. Fuentes de contaminación del agua**

- Efluente minero: el uso de agua es parte del día a día en las diferentes etapas del proceso minero, su mezcla con otros minerales y metales genera un efluente minero.

### 2.2.9.2. Parámetros físico-químicos

- pH: parámetro que puede medir la acidez o alcalinidad del recurso hídrico, el resultado del pH que se mide de 0 a 14 e indicasi la muestra es ácida, neutra o alcalina (21).
- Turbidez o turbiedad: permite identificar la cantidad de elementos suspendidos en la muestra de agua, si el agua se observamás turbia, el valor de la turbidez será más alta (22).

### 2.2.9.3. Proceso de coagulación

#### 2.2.9.3.1. Definición

La coagulación tiene como propósito neutralizar los sólidos suspendidos del agua, estos suelen tener una carga negativa que, al añadirle un tipo de coagulante u otro producto químico cargado de manera positiva, la carga se neutraliza ya que esta altera la carga eléctrica de las partículas que se encuentran suspendidas en el agua (23).

#### 2.2.9.3.2. Tipos de coagulantes

- Sulfato Férrico o sulfato de hierro: está formado por los siguientes elementos: hierro, azufre y oxígeno (24).

**Ilustración 19:** *Sulfato Férrico*



**Fuente:** *Arisagua*

- Policloruro de aluminio: este compuesto se encuentra en estado líquido y es inorgánico, es ideal para aguas con alta alcalinidad, también es ampliamente usado para el tratamiento de agua haciéndola apta para el consumo humano (25).



**Ilustración 20:** *Policloruro de Aluminio*

**Fuente:** *Comorqui Aguas S.A.S*

- Sulfato de aluminio: su fórmula química es  $Al_2(SO_4)_3$ . Existen dos tipos que se comercializan: Tipo A, es de color blanco y contiene hierro inferior a 0.5 % y el Tipo B es de color marrón y contiene hierro inferior al 1.5 % (26).



**Ilustración 21.** *Sulfato de Aluminio*

**Fuente:** *Arisagua*

- Cloruro Férrico: este coagulante tiene la propiedad de deformar flóculos y ha sido usado por varios años para acondicionador de lodos y en etapas previas a la filtración (27).



**Ilustración 22:** *Cloruro Férrico*

**Fuente:** *Insumos Químicos Perú*

#### **2.2.9.4. Proceso de Floculación**

##### **2.2.9.4.1. Definición**

La floculación es un proceso por el cual los elementos coloidales que se encuentran en el agua se unen mediante la adición de sustancias denominadas floculantes, facilitando la decantación y posterior filtración. Este es un paso en el proceso de depuración de aguas superficiales y tratamiento de aguas residuales domésticas, industriales y mineras (28). Como el investigador menciona, este proceso es posterior a la coagulación y ayuda a que todos los elementos presentes en el agua se asienten.

##### **2.2.9.4.2. Floculante Aniónico**

Este componente es aplicado en el tratamiento de aguas residuales que contienen elementos suspendidos con cargas positivas y ayuda a bajar valor de pH (28).

Se ha comprobado que los floculantes aniónicos son muy eficientes en el tratamiento de aguas residuales

de plantas.

de que contiene altos niveles de hierro y acero entre otros(28).

#### 2.2.10. Base Legal

- D.S N° 014-92-EM: Este decreto supremo modifica la Ley General de Minería, ya que presentaba muchas ambigüedades. En el Título Decimo, Capítulo IV “Dirección de Fiscalización Minera” en el Artículo 102 donde menciona sobre el incumplimiento de sus obligaciones señalada en la ley, su reglamento y el código de medio ambiente (29).
- D.S N°004-2017-MINAM: este decreto tiene el objetivo de agrupar las disposiciones dadas por el D.S N° 002-2008-MINAM, el D.S N° 023-2009- MINAM y el D.S N° 015-2015-MINAM, que aprueban los estándares de calidad ambiental para agua (20). Estos estándares de calidad son primordiales para realizar las remediaciones de las aguas de manera correcta ya que se tendrá en cuenta qué elementos están por encima de los estándares establecidos.
- Ley N°28271: tiene por objetivo de regular e identificar el impacto ambiental de la actividad minera, así como delimitar la responsabilidad de la mina y el financiamiento de la rehabilitación de las áreas afectadas por dichas actividades. También la salud de la población en relación con el ecosistema circundante y la propiedad se ve afectada por la actividad minera (2).
- Ley N° 28526: ley por la que se modifican los artículos 5, 6, 7 y 8; disposiciones complementarias primeras y finales de la Ley N°28271, que regula la responsabilidad de los pasivos ambientales de las actividades mineras (30).
  - **Artículo 5:** El titular de la concesión es responsable por los pasivos ambientales, aunque ya no se realice ninguna explotación o se haya quitado la titularidad, el estado solo se hace responsable del pasivo cuando no se logre identificar al titular de la concesión (30).
  - El Estado asume la tarea de reconstruir solo aquellos pasivos ambientales cuyos propietarios no pueden ser identificados. Si el propietario de un área minera en curso, la pierde por alguna de las

causas de extinción previstas en la Ley General de Minería, este sigue siendo responsable del pasivo ambiental (30).

- **Artículo 6:** los responsables realizarán el plan de cierre de minas y trabajos pertinentes para controlar, reducir y eliminar la contaminación en relación al artículo anterior (30).

Estos estudios deberán relacionarse con los límites máximos aceptables o estándares de calidad establecidos por la Autoridad Ambiental Competente y deberán presentar un plan de cierre ambientalmente responsable de acuerdo con los Lineamientos de Cierre Ambientalmente Responsable aprobados por la Dirección General de Minería y Medio Ambiente (30).

- **Artículo 7:** el responsable de la remediación del pasivo ambiental al que se refiere el Artículo 5, deberá, salvo previa inclusión expresa, someterse con otras herramientas de gestión del entorno (30).

- Sin perjuicio de las medidas post-cierre establecidas, el plazo para la implementación de un plan de cierre de responsabilidad ambiental no podrá exceder los tres años a partir de su aprobación por la Dirección General de Minería y Asuntos Ambientales, salvo si el alcance de la responsabilidad ambiental lo justifica (30).

- **Artículo 8:** la DREM (Dirección General de Energía y Minas Regionales) del Gobierno Regional en conjunto con la Dirección General de Minas es la encargada de supervisar y gestionar el cumplimiento de las obligaciones de los responsables. Un plan de eliminación de los pasivos ambientales basado en leyes y procedimientos establecidos en la Ley Base de la Descentralización y estipulados en la Ley Orgánica de los Gobiernos Locales (30).

- Ley N°31347: la presente ley tiene por objeto modificar la Ley N° 28090, Ley de Cierre de Minas, para adecuar su reglamento a los cambios ocurridos desde su promulgación y ejercer las facultades que actualmente ostentan los interesados (31).

### 2.3. Términos Básicos

- **Coagulación:** en última instancia, los procesos de coagulación y floculación convierten el agua turbia en agua clara al acelerar el tiempo que tardan las partículas en asentarse, una vez que estas partículas se han asentado, se pueden filtrar (23).

La coagulación es el proceso de neutralización de sólidos suspendidos cargados en agua, ya que las partículas naturales son negativas, se agrega al proceso un coagulante o químico con carga positiva para neutralizar la carga (23).

- **Floculación:** proceso químico que liga sustancias coloidales presentes en el agua mediante la adición de sustancias denominadas floculantes, facilitando la decantación y posterior filtración. Es un paso en el proceso de depuración de aguas superficiales y tratamiento de aguas residuales domésticas, industriales y mineras (28 p. 35).
- **Turbidez:** es una medida de la cantidad de agua que pierde su claridad debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuanto más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia y más turbia se verá (22).
- **Pasivo ambiental:** es provocada por el hombre en el pasado con degradación progresiva en el tiempo y que actualmente presenta riesgos para el medio ambiente y la calidad de vida de las personas. En otras palabras, el medio ambiente es afectado por una actividad histórica que cesa en el tiempo y no se ejerce control por desconocimiento, negligencia o accidente siendo visto como un lugar de presencia potencial designado por contaminantes en el lugar. La contaminación provocada por el cese de las actividades productivas con o sin un propietario u operador identificable, pueden tener efectos directos o indirectos en la degradación del agua, suelo, aire y ecosistemas. La responsabilidad ambiental generalmente se asocia con las fuentes de contaminación y tiende a aumentar con el tiempo (32 p. 1).
- **Hidrogeología:** se ocupa del estudio integral de las aguas subterráneas, su distribución y evolución en el tiempo y espacio. La geohidrología es responsable de la investigación legalmente compatible del comportamiento del agua en el entorno geológico (33 p. 11).
- **Contaminación:** Es un cambio negativo en el estado natural del medio ambiente, generalmente como resultado de la actividad humana y se considera una forma de impacto ambiental (34).

- **Proceso físico – químico:** son tratamientos que preparan y acondicionan la biomasa para su posterior aprovechamiento energético (35). Los tratamientos físicos son descritos como pretratamientos de la biomasa, los tratamientos químicos son los que esterifican el residuo para obtener combustibles líquidos, de esta forma se obtienen químicamente ésteres puros a partir del aceite vegetal producido durante el prensado de la biomasa, cuyas propiedades son muy similares a las del gasóleo (35).
- **Eficiencia:** es la capacidad para obtener el máximo resultado partiendo de un mismo insumo. Por lo tanto, la eficiencia es una forma de comparar dos o más métodos, sustancias, reactivos, personas, etc. con el fin de saber quién obtiene mejores resultados (36 p. 428).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Métodos y alcance de la investigación**

##### **3.1.1. Método de investigación**

En el presente trabajo de investigación se usó el método científico con enfoque cualitativo - cuantitativo, ya que se llevaron muestras al laboratorio para su análisis.

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

Entorno a los criterios de investigación, se considera de tipo Experimental- Aplicada, ya que se tendrá que manipular las variables experimentales con el fin de entender el evento generado y con ello generar posibles soluciones.

##### **3.1.3. Nivel de investigación**

Fue explicativo ya que se da mención a la problemática y se explica el proceso de remediación.

#### **3.2. Diseño de la investigación**

Experimental - Aplicada, ya que se llevó al laboratorio para analizar las muestras tomadas en campo, cuyos resultados nos orientan a posibles soluciones.

#### **3.3. Población y muestra**

##### **3.3.1. Población**

Es el agua que vierte de los interiores de la mina Carbón Aceros Norte a la laguna Negro Bueno y desemboca en la laguna 54-I.

##### **3.3.2. Muestra**

Nuestra muestra son los 30 litros de agua, tomada en el punto de desemboque de la laguna Negro Bueno a la laguna 54-1, para su posterior análisis en el laboratorio.

#### **3.4. Procedimiento**

##### **a) Diseño experimental de remoción de la turbidez y hierro:**

Para el diseño experimental se empleó la prueba de jarras de 4 reactores completamente mezclados, el experimento se llevó a cabo con 4 vasos de precipitación de 1L de capacidad. Las pruebas se realizan a una agitación rápida por 1 minuto, a una velocidad de 130 RPM, a temperatura ambiente; enseguida se añadió 1ml/L de un tipo de coagulante (SF (Sulfato Férrico), CF (Cloruro Férrico), PAC (Policloruro de Aluminio), SA (Sulfato de Aluminio),

a una concentración del 40 %) en cada recipiente graduada. Este proceso se desarrolló en 6 réplicas: 3 con dosis de 1ml/L y 3 con dosis de 0.2ml/L. Transcurrido el tiempo se añadió la dosis de 5ml/L de floculante tipo Aniónico a una velocidad de agitación lenta por 3 minutos a 30 RPM en cada vaso. Luego se espera un tiempo para poder observar la sedimentación. También se añadió el cálculo del porcentaje de remoción de turbidez y hierro:

- Remoción de la turbidez:

$$\%RT = \left( \frac{Turbiedad_{inicial} - Turbiedad_{final}}{Turbiedad_{final}} \right) * 100$$

$$\%DT = \left( \frac{Turbiedad_{final}}{Turbiedad_{inicial}} \right) * 100$$

- Remoción del hierro:

$$\% \text{ Remoción} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} * 100$$

Donde:

% Remoción: porcentaje de remoción del metal.

$C_0$  = Concentración inicial del metal, ppm

$C_t$  = Concentración del metal en el tiempo  $T'$ , una vez finalizado el tratamiento, ppm

## b) Prueba de jarras

Es el método más extenso y usado para las pruebas de coagulación - floculación y sedimentación de las partículas suspendidas a nivel de laboratorio. Existe una gran gama de variedades de equipos para esta prueba; pero en todas se tiene que contar con varias jarras que se utilizan de manera simultánea y la posibilidad de variar la revolución por minuto (RPM). En este proceso incluye factores químicos e hidráulicos los cuales son: pH que desempeña un rol importante en el estudio de la coagulación – floculación, con una temperatura ambiente. La concentración del coagulante se analiza en distintos escenarios para determinar el de mayor eficiencia, el grado de agitación rápida varía entre 120 a 140 RPM y la agitación lenta de 20 a 40

RPM.

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

#### **3.5.1. Técnicas de recolección de datos**

En este trabajo de investigación, se recolectaron 30 litros de muestra, material documentado (artículos, fichas técnicas, libros, tesis, informes), así mismo, se realizaron varias visitas a la zona de estudio.

#### **3.5.2. Instrumentos de recolección de datos**

- a) Observación de la zona de trabajo
- b) Protocolo de muestreo: material de suma importancia que se utiliza para evaluar la calidad de agua.

#### **3.5.3. Equipos, materiales y reactivos**

- a) Equipos de laboratorio
  - Test de jarras
  - Potenciómetro (pH)
  - Balanza analítica
  - Vaso de precipitación
- b) Materiales
  - Balde
  - Etiquetas
  - Bolsa
  - Guantes quirúrgicos
  - Guardapolvo
- c) Reactivo
  - Floculante aniónico
  - Coagulante: cloruro férrico, policloruro de aluminio, sulfato férrico, sulfato de aluminio

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados de tratamiento y análisis de información

Se presentan los resultados del trabajo de investigación mediante un proceso físico - químico con los coagulantes y floculantes artificiales. El cual nos permitió identificar la influencia de manera positiva a la remoción de la turbidez y hierro de la muestra tomada de la laguna Negro Bueno.

#### 4.2. Resultados de la muestra de metales con muestra in situ

De acuerdo al primer análisis realizado en el laboratorio con la muestra in situ y la comparación con los LMP (Límites Máximos Permisibles) de acuerdo a la norma D.S.004-2017-MINAM: categoría 1: poblacional y recreacional; subcategoría A2: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, específicamente para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional, se obtiene que el hierro es el principal elemento contaminante de la zona en estudio. En la siguiente tabla se observan los resultados del análisis de los metales en el laboratorio con muestra in situ.

**Tabla 5.** Resultados de análisis de metales contaminantes con muestra no tratada.

METALES	UNIDADES	RESULTADOS	
		MUESTRA NO TRATADA	D.S. 004-2017- MINAM, CAT 1, SUB - CAT A2
Aluminio	mg/L	0.573	5
Antimonio	mg/L	<0.002	0.02
Arsénico	mg/L	<0.002	0.01
Bario	mg/L	0.2956	1
Berilio	mg/L	<0.0003	0.04
Cadmio	mg/L	0.0005	0.005
Cobre	mg/L	0.0069	2
Cromo	mg/L	<0.0002	0.05
Hierro	mg/L	25.725	1
Manganeso	mg/L	7.2871	0.4
Mercurio	mg/L	<0.0001	0.002

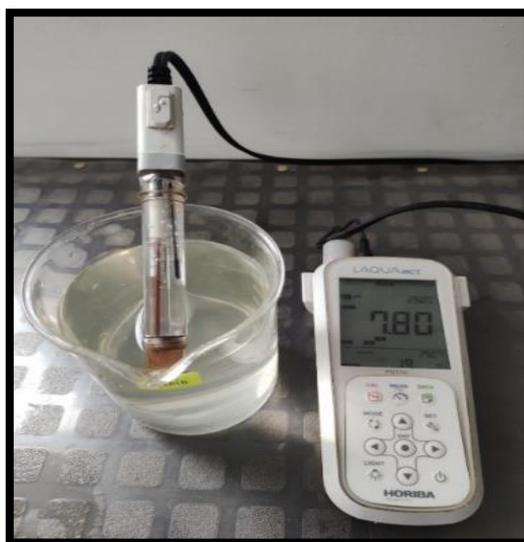
Molibdeno	mg/L	<0.0006	No aplica
Níquel	mg/L	0.0847	0.07
Plomo	mg/L	<0.002	0.01
Selenio	mg/L	<0.001	0.04
Uranio	mg/L	<0.005	0.02
Zinc	mg/L	0.6997	5

**Fuente:** Laboratorio ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

### 4.3. Resultados de la remoción turbidez y hierro

Después de realizar el experimento que se detalla en el diseño experimental de remoción de la turbidez y hierro los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

El resultado obtenido es un pH inicial de 7.8



**Ilustración 23:** pH Inicial – Muestra no tratada.

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 6.** Resultados de los parámetros de turbidez y hierro

Parámetros	Turbidez	Hierro
Muestra no tratada	166.3 NTU	25.725mg/L
Muestra tratada	4.52 NTU	0.093mg/L
Remoción (%)	97.28 %	99.6 %
Norma (DS.004-2017- minam)	100 NTU	1 mg/L

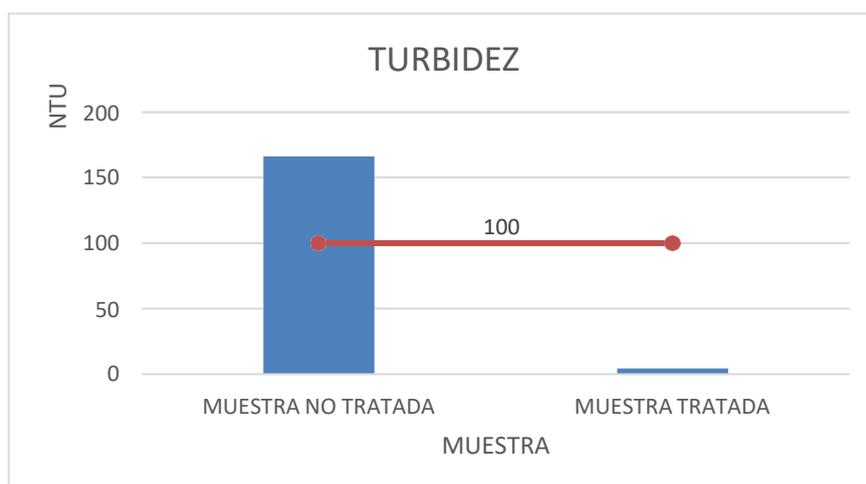
**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3.1. Remoción de la turbidez

El cálculo del % de remoción de la turbidez se realizó con el apoyo de la siguiente fórmula.

$$\%RT = \left( \frac{\text{Turbiedad}_{\text{inicial}} - \text{Turbiedad}_{\text{final}}}{\text{Turbiedad}_{\text{final}}} \right) * 100$$

$$\%DT = \left( \frac{\text{Turbiedad}_{\text{final}}}{\text{Turbiedad}_{\text{inicial}}} \right) * 100$$



**Ilustración 24:** Comparación de los resultados de turbidez

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.2. Remoción del hierro

En el cálculo de % de remoción de un metal como el hierro se hizo uso de la siguiente fórmula.

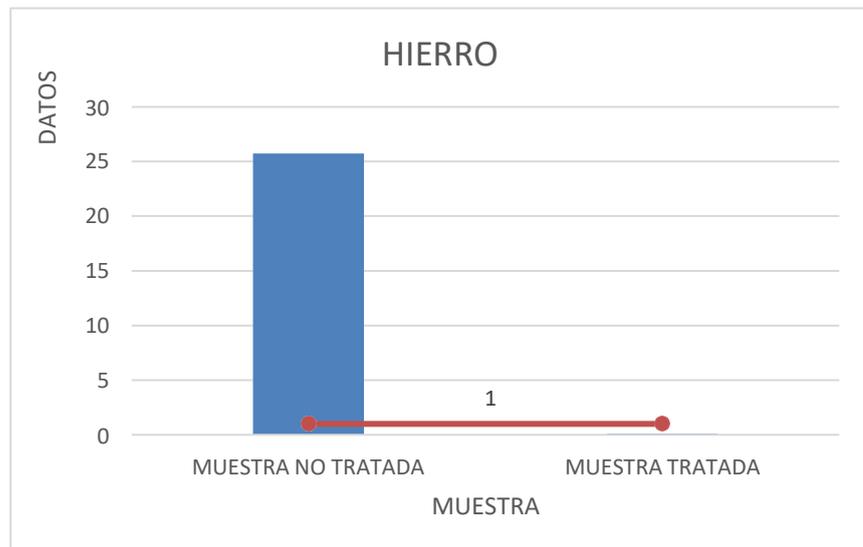
$$\% \text{ Remoción} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} * 100$$

**Donde:**

% Remoción: porcentaje de remoción del metal.

$C_0$  = Concentración inicial del metal, ppm

$C_t$  = Concentración del metal en el tiempo  $T'$ , una vez finalizado el tratamiento, ppm.



**Ilustración 25:** Comparación de los resultados de hierro

**Fuente:** Elaboración propia

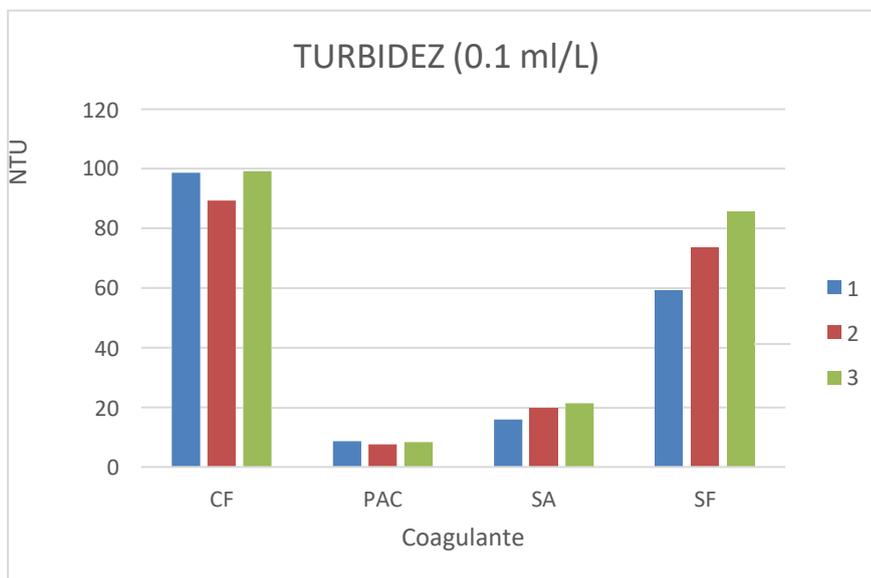
#### 4.4. Resultados del experimento A (Dosis 0.1ml/L)

Se calculó la eficiencia usando los 4 tipos de coagulantes a una dosis de 0.1 ml/L y floculante a una dosis de 5ml/L, se obtienen los resultados de remoción de turbidez en SF (Sulfato Férrico) de 56.20 %, CF (Cloruro Férrico) de 42.44 %, PAC (Policloruro de Aluminio) de 95.09 %, SA (Sulfato de Aluminio) de 88.59 %. Los resultados más efectivos son aquellos donde se utilizó el coagulante PAC (Policloruro de Aluminio) y el floculante tipo Aniónico. Esto se puede observar en la Tabla 6, este proceso se realizó en 3 réplicas con los 4 tipos de coagulantes.

**Tabla 7.** Resultados de los coagulantes a una dosis de 0.1ml/L

Pruebas	Réplicas	Tipo de coagulante	Turbidez(NTU)	Remoción de turbidez (%)
1	1	SF	59.31	64.34
2		CF	98.62	40.70
3		PAC	8.61	94.82
4		SA	15.89	90.44
5	2	SF	73.45	55.83
6		CF	89.34	46.28
7		PAC	7.57	95.45
8		SA	19.71	88.15
9	3	SF	85.78	48.42
10		CF	99.23	40.33
11		PAC	8.34	94.98
12		SA	21.34	87.17

**Fuente:** *Elaboración propia*



**Ilustración 26.** *Gráfico comparativo con los 4 coagulantes a dosis de 0.1 ml/L*

**Fuente:** *Elaboración propia*



**Ilustración 27.** Coagulación con los 4 tipos de Coagulantes 0.1 ml/L

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5. Resultado de experimento B (Dosis 0.2ml/L)

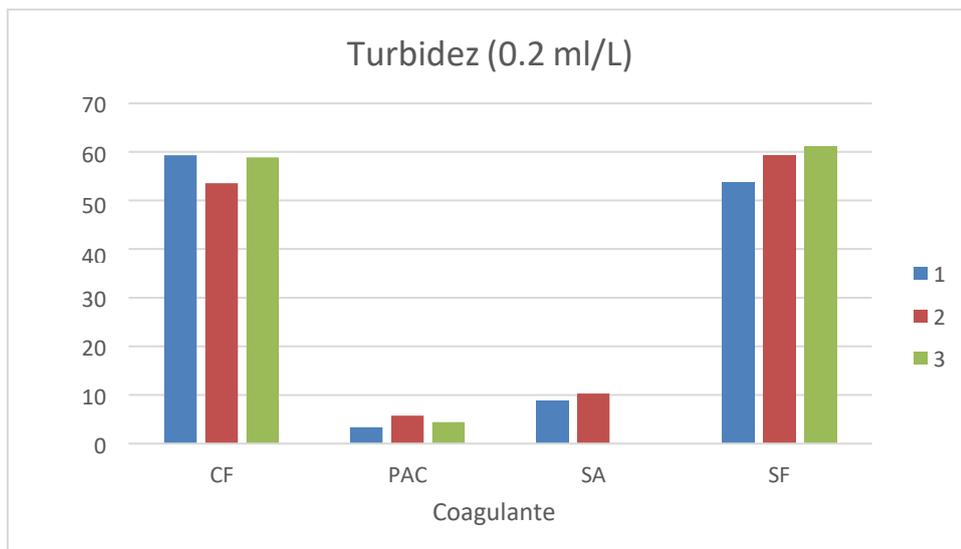
Se calculó la eficiencia de los coagulantes a una dosis de 0.2 ml/L y floculante Aniónico a una dosis de 5ml/L, se obtienen los resultados de remoción de turbidez en el SF (Sulfato Férrico) de 65.03 %, CF (Cloruro Férrico) de 65.57 %, PAC (Policloruro de Aluminio) de 97.28 %, SA (Sulfato de Aluminio) de 93.84 %. Los resultados más efectivos son aquellos donde se utilizó el coagulante PAC (Policloruro de Aluminio) y el floculante tipo Aniónico. Esto se puede observar en la Tabla 8.

Esta prueba se realizó con una réplica de 3 veces con los 4 tipos de coagulantes.

**Tabla 8.** Resultados de los coagulantes a una dosis de 0.2 ml/L.

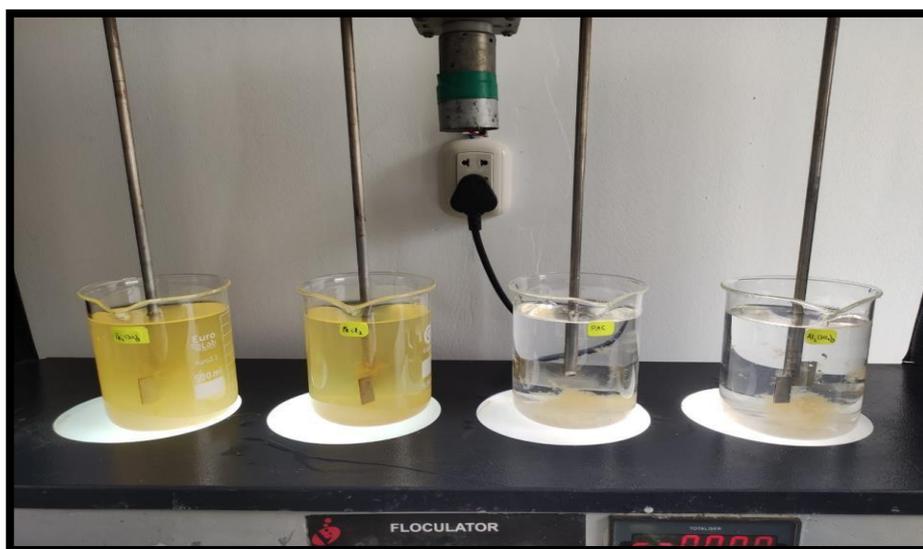
Pruebas	Réplicas	Tipo de coagulante	Turbidez (NTU)	Remoción de turbidez (%)
1	1	SF	53.9	67.59
2		CF	59.31	64.34
3		PAC	3.38	97.97
4		SA	8.75	94.74
5	2	SF	59.34	64.32
6		CF	53.56	67.79
7		PAC	5.73	96.55
8		SA	10.33	93.79
9	3	SF	61.22	63.19
10		CF	58.92	64.57
11		PAC	4.46	97.32
12		SA	11.65	92.99

**Fuente:** Elaboración propia



**Ilustración 28:** Gráfico comparativo con los 4 coagulantes a 0.2 ml/L

**Fuente:** Elaboración propia



**Ilustración 29:** Coagulación con los 4 tipos de Coagulantes – 0.2 ml/L

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.6. Resultados de la muestra de hierro

Luego del análisis de remoción de turbidez a través de la coagulación y floculación se obtuvo el coagulante: PAC (Policloruro de Aluminio) se obtiene una mayor eficiencia con una dosis de 2ml/L y el floculante Aniónico recomendable a una dosis de 5ml/L. En la Tabla 9, podemos observar los resultados del análisis de hierro y otros metales con la muestra tratada y obtenida de la laguna Negro Bueno.

**Tabla 9.** Resultado de análisis de hierro con muestra tratada.

METALES	UNIDADES	RESULTADOS	
		MUESTRA TRATADA	D.S.004-2017- MINAM, CAT 1, SUB-CAT A2
Aluminio	mg/L	2.01	5
Antimonio	mg/L	<0.002	0.02
Arsénico	mg/L	<0.002	0.01
Bario	mg/L	0.0773	1
Berilio	mg/L	<0.0003	0.04
Cadmio	mg/L	<0.0001	0.005
Cobre	mg/L	0.0171	2
Cromo	mg/L	<0.0002	0.05
Hierro	mg/L	0.093	1
Manganeso	mg/L	0.0873	0.4
Mercurio	mg/L	<0.0001	0.002
Molibdeno	mg/L	<0.0006	No aplica
Níquel	mg/L	0.0159	0.07
Plomo	mg/L	<0.002	0.01
Selenio	mg/L	0.003	0.04
Uranio	mg/L	<0.005	0.02
Zinc	mg/L	0.1007	5

**Fuente:** Laboratorio: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

#### **4.7. Determinación de la dosis óptima, velocidad y tiempo**

##### **4.7.1. Determinación de la dosis óptima del coagulante, velocidad y tiempo.**

Mediante el desarrollo de ambos experimentos de remoción de la turbidez y el hierro con el proceso coagulación se determina la efectividad de una dosis 0.2 ml/L de coagulante PAC (Policloruro de Aluminio) a una agitación rápida de 130 RPM por un minuto.

**Tabla 10:** *Determinación de coagulante*

<b>Coagulante</b>	<b>Dosis</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Tiempo</b>
PAC (Policloruro de Aluminio)	0.2 ml/L	130 RPM	1 min

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### **4.7.2. Determinación de la dosis óptima del floculante, velocidad y tiempo**

En la aplicación del proceso de remoción de la turbidez y hierro con floculación se determina la efectividad de una dosis de 5 ml/L de floculante tipo aniónico, a una agitación lenta de 30 RPM por 3min.

**Tabla 11.** *Determinación de floculante*

<b>Floculante</b>	<b>Dosis</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Tiempo</b>
Floculante tipo aniónico	5 ml/L	30 RPM	3 min

**Fuente:** *Elaboración propia*

### **4.8. Prueba de Hipótesis**

#### **4.8.1. Hipótesis General**

El coagulante tipo PAC influye positivamente en la remoción de turbidez y hierro en la laguna Negro Bueno ubicado en San José de Quero, Junín – 2023, mediante un proceso fisicoquímico.

#### **4.8.2. Hipótesis Específicos 1**

El elemento hierro es el principal contaminante en el cuerpo de agua ubicado en San José de Quero, Junín – 2023.

- **Prueba I:** como principal contaminante posterior al análisis de laboratorio: el hierro.

**Tabla 12.** Resultados de la muestra in situ.

METALES	UNIDADES	RESULTADOS	
		MUESTRA TRATADA	D.S. 004-2017-MINAM, CAT 1, SUB-CAT A2
Hierro	mg/L	25.725	1

**Fuente:** Laboratorio: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

#### 4.8.3. Hipótesis Específicos 2

El coagulante tipo PAC influye positivamente en la remoción de turbidez en la laguna Negro Bueno ubicado en San José de Quero, Junín – 2023, mediante el proceso fisicoquímico.

- **Prueba II:** se desarrolló el Experimento A con una dosis de 0.1ml/L con los cuatro tipos de coagulantes; así también, el Experimento B con una dosis de 0.2 ml/L con los cuatro tipos de coagulantes. Comprobando mayor eficiencia en el Experimento B con un nivel de confianza del 95 % y un floculante tipo aniónico a una dosis de 5ml/L.

**Tabla 13.** Resultados a una dosis de 0.1 ml/L.

Dosis 0.1 ml/L			
Réplicas	Tipo de coagulante	Turbidez (NTU)	Remoción de turbidez (%)
1	PAC	8.61	94.82
2	PAC	7.57	95.45
3	PAC	8.34	94.98

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 14.** Resultados a una dosis de 0.2 ml/L.

Dosis 0.2 ml/L			
Réplicas	Tipo de coagulante	Turbidez (NTU)	Remoción de turbidez (%)
1	PAC	3.38	97.97
2	PAC	5.73	96.55
3	PAC	4.46	97.32

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.8.4. Hipótesis específicas 3

El coagulante tipo PAC influye positivamente en la remoción de hierro en la

laguna Negro Bueno ubicado en San José de Quero, Junín – 2023, mediante un proceso fisicoquímico,

-**Prueba III:** con el coagulante PAC (Policloruro de Aluminio) se obtuvo una mayor eficiencia a una dosis más óptima de 2ml/L, y al floculante aniónico a una dosis de 5ml/L.

**Tabla 15.** Resultados de la muestra con coagulante PAC.

METALES	UNIDADES	RESULTADOS	
		MUESTRA TRATADA	D.S. 004-2017- MINAM, CAT 1, SUB - CAT A2
Hierro	mg/L	0.093	1

**Fuente:** Laboratorio: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

#### 4.9. Discusión de resultados

En el trabajo de investigación titulado: “Efecto del proceso de coagulación y floculación, en la remoción de Hierro (II), presente en las aguas de la Quebrada Juninguillo, Moyobamba”, en una de sus conclusiones indica que la dosis del cloruro férrico y sulfato de aluminio en la velocidad de agitación tienen una influencia en proceso físico-químico, hacia los niveles del hierro II, en lugar de estudio, también nos menciona que las condiciones de uso del sulfato de aluminio para reducir el hierro II, se llevó a 120 mg  $Al_2(SO_4)_3/L$  con una agitación rápida en el proceso de coagulación y una velocidad de 150 RPM posterior a la coagulación; el proceso de floculación se llevó a una velocidad de agitación lenta a 37.5 RPM. Con estas condiciones de trabajo experimental en el proceso de coagulación y floculación se logra reducir el hierro II, indicando el cumplimiento de los estándares de la calidad del agua que se menciona en la Norma (D.S 004-2017-Minam) de Tipo III.

## CONCLUSIONES

- La influencia de la remoción de la turbidez y hierro en la laguna Negro Bueno, mediante el proceso fisicoquímico es efectiva, ya que nos permite disminuir y controlar la turbidez y el hierro.
- Mediante el primer análisis con muestra de agua in situ se obtiene que el principal elemento contaminante en la laguna Negro Bueno es el hierro.
- El proceso fisicoquímico nos permitió determinar el tipo de coagulante y la dosis óptima para la muestra de la laguna Negro Bueno, por lo que nuestro indicador principal para medir fue el parámetro de turbidez, obteniendo resultados de mayor eficacia utilizando el coagulante PAC (Policloruro de Aluminio) y el floculante tipo Aniónico,
- Al aplicar el coagulante PAC (Policloruro de Aluminio) y floculante de tipo Aniónico mediante el proceso fisicoquímico se tiene una influencia eficaz en la reducción del hierro. Logrando estar dentro de los parámetros de la Norma D.S. 004-2017-MINAM, Categoría 1, Subcategoría A2.

## RECOMENDACIONES

- Cerrar el efluente producto de la mina, porque contamina la laguna Negro Bueno, de no hacerlo, ningún tratamiento será útil.
- Se recomienda para futuras investigaciones en la zona, emplear otra alternativa para la coagulación como los coagulantes naturales y comparar la eficiencia respecto al PAC (Policloruro de Aluminio).
- Analizar la laguna 54-1, los niveles de hierro y su turbidez, ya que las aguas de la laguna Negro Bueno desembocan allí, también analizar el curso del agua ya que existe la posibilidad que todo el curso esté contaminado por niveles altos de hierro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. VALENCIA, J y SOTO, A. *Teoría y práctica de la purificación del agua*. 3ª ed. Colombia:McGraw-Hill, 2000. ISBN: 958-41-0013-0.
2. EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA. *Ley N°28271: Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera* [en línea]. 6 junio 2004 [consulta: 11 enero 2023]. Disponible en: <https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/28271.pdf>.
3. CASTILLO, Luis. y otros. *Pasivos ambientales mineros en el Perú: resultados de la auditoría de desempeño sobre gobernanza para el manejo integral de los PAM* [en línea].Perú: Contraloría General de la República del Perú, 2021 [consulta: 11 enero 2023]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2135978/Pasivos%20ambientales%20mi%20neros%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf.pdf?v=1629917547>.
4. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. *Anexo: inventario de PAM* [en línea]. 7 septiembre 2022 [consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: [https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PAM\\_2022\\_RM\\_A\\_PUBLICAR2.pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/PAM_2022_RM_A_PUBLICAR2.pdf).
5. RIVAS, S., MENÉS, G. y RÓMULO, A. Tratamiento por coagulación-floculación a efluente de la empresa del níquel comandante Ernesto Che Guevara. *Tecnología Química*,2017, vol. 37, n. 2, p. 173-183.
6. FRANCISCA, F. y CARRO, M. *Remoción de arsénico en agua mediante procesos de coagulación-floculación*. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2014, vol. 30, n. 2, p. 177-190.
7. PALACIOS, Y. y SAMATA, G. *Estudio de impacto ambiental semidetallado del proyectominero Azulcocha del distrito San José de Quero/Tomas–provincia de Concepción/Yauyos–departamento de Junín/Lima–2019* [en línea]. Tesis de Licenciatura.Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2022 [consulta: 5 enero 2023]. 267 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6513>.
8. ALLCCA, Miguel. y otros. *Estudio de la coagulación de partículas coloidales de AgI porinfluencia de Quitosano con sulfato de aluminio*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*,2020, vol. 86, n. 2, p. 132-142.
9. PILCA, Daniel. *Tecnología para la aplicación del policloruro de aluminio en*

- procesamiento de aguas* [en línea]. Tesis de Licenciatura. Ecuador: Universidad de Guayaquil. Facultad Ingeniería Química, 2012 [consulta: 6 enero 2023]. 119 pp. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4678>.
10. HUAMAN, A. y BETANCURT, J. *Tratamiento fisicoquímico de aguas turbias de la minera aurífera Tunquimayo Mining EIRL Camanti-Quince Mil* [en línea]. Tesis de Licenciatura. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019 [consulta: 6 enero 2023]. 193 pp. Disponible en: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3849>.
  11. ZAVALA, B y BENAVENTE, C. *Inspección de lagunas y otros sitios propuestos para represas. Distritos San José de Quero y Yanacancha; provincias Concepción y Chupaca, región Junín*. Informe Técnico. Junín: INGEMMET, 2013.
  12. IRIONDO, M. *Introducción a la Geología*. 3ª ed. Argentina: Editorial Brujas, 2007. ISBN: 978-987-591-061-4
  13. COMISIÓN TÉCNICA REGIONAL JUNÍN. *Memoria Descriptiva del Estudio Geológico del Departamento de Junín a escala 1:100000* [en línea]. Informe Técnico. Junín: Ministerio del Ambiente, 2015 [consulta: 25 enero 2023]. Disponible en: [https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Junin/Memoria\\_De\\_scriptiva\\_Geologia.pdf](https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Junin/Memoria_De_scriptiva_Geologia.pdf).
  14. SALAS, M. y otros. *Evolución sedimentaria del grupo Goyllarisquizga en su localidad tipo evidencia de facies eólicas*. En: XV Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú, Pub. Esp. N. 9, 2010. pp. 884-887
  15. HUBP, José. *Elementos de geomorfología aplicada*. 1ª ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1988. ISBN: 968-36-0560-5
  16. DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO. *Evaluación de peligros geológicos en el sector del cañón de Huasamayo*. Informe técnico. Junín: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 2019.
  17. CESEL INGENIEROS. *Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Proyecto Instalación Central Térmica Quillabamba y Sistema de Transmisión Asociado Santa Ana, La Convención, Cusco* [en línea]. Informe Técnico. Cusco, 2013 [consulta: 18 febrero 2020]. Disponible en:

<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/DGGAE/ARCHIVOS/PMA%20%20ELECTRICIDAD%20DEL%20PERU%20ELECTROPERU%20S.A/6.0%20Programa%20de%20monitoreo%20del%20Proyecto.pdf>.

18. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.6 en línea]. < <https://dle.rae.es/contenido/cita> > [15 febrero de 2023].
19. EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA. *Ley N°29338: Ley de Recursos Hídricos* [en línea]. 30 marzo 2009 [consulta: 18 enero 2023]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>.
20. EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA. *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM* [en línea]. 7 de junio de 2017 [consulta: 18 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>.
21. NATIONAL CANCER INSTITUTE FROM THE NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. *NIH* [en línea]. Estados Unidos [consulta: 15 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/ph>.
22. EQUIPO FLOWEN. *Flowen* [en línea]. Lima, Perú, 6 agosto 2020 [consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: <https://flowen.com.pe/turbidez-en-el-agua/>.
23. INGERSOLL RAND. *LMI* [en línea]. [consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.lmipumps.com/es-pe/technologies/coagulation-and-flocculation-in-water-treatment#:~:text=La%20coagulaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,proceso%20para%20neutralizar%20la%20carga>.
24. AGUAMARKET. *Aguamarket* [en línea]. Santiago, Chile [consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=1680>.
25. TORRA, A. y otros. *Policloruro de aluminio en el proceso de potabilización de aguas superficiales* [consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: [https://cidta.usal.es/cursos/simulacion/modulos/libros/Pasar/policloruro\\_aluminio.pdf](https://cidta.usal.es/cursos/simulacion/modulos/libros/Pasar/policloruro_aluminio.pdf).
26. FORMULACIÓN QUÍMICA ONLINE. *Formulación química* [en línea].

[consulta: 16 febrero 2023.]

[https://www.formulacionquimica.com/Al2\(SO4\)3/#:~:text=El%20sulfato%20de%20aluminio%20es,2%20%C3%A1tomos%20de%20aluminio..](https://www.formulacionquimica.com/Al2(SO4)3/#:~:text=El%20sulfato%20de%20aluminio%20es,2%20%C3%A1tomos%20de%20aluminio..)

27. SHRIVER, D., ATKINS, P. y LANGFORD, C. *Química inorgánica*. 1ª ed. Vol. 2. España: Reverté, 1998. ISBN: 84-291-7005-7.
28. AGUILAR, María y otros. *Tratamiento físico-químico de aguas residuales: coagulación-floculación*. España: Universidad de Murcia, 2002. ISBN: 84-8371-308-X.
29. PRESIDENTE DE LA REPUBLICA. *Decreto Supremo N° 014-92-EM* [en línea]. 3 junio 1992 [consulta: 23 de enero de 2023]. Disponible en: [https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/94/PLAN\\_94\\_DS%20N%C2%BA%20014-92-EM\\_2008.pdf](https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/94/PLAN_94_DS%20N%C2%BA%20014-92-EM_2008.pdf).
30. PRESIDENTE DE LA REPUBLICA. *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM* [en línea]. 7 junio de 2017 [consulta: 24 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>.
31. PRESIDENTE DE LA REPUBLICA. *Ley N° 28526: Ley que modifica los artículos 5, 6, 7 y 8, la primera disposición complementaria y final de la Ley N° 28271, ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, y le añade una tercera disposición complementaria y final* [en línea]. 25 mayo 2005 [consulta: 24 de enero de 2023]. Disponible en: <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaam/publicaciones/compendio99/l28526.pdf>.
32. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. *Ley N° 31347: Ley que modifica la ley 28090, Ley que regula el cierre de minas* [en línea]. 18 agosto 2021 [consulta: 24 enero 2023]. Disponible en: <https://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-LEY31347-0z65693j730c104z7zz.pdf>.
33. RUSSI, D. y MARTÍNEZ, J. Los pasivos ambientales. *Íconos*, 2002, no 15, p. 123-133.
34. MARTÍNEZ, P., MARTÍNEZ, P. y CASTAÑO, S. *Fundamentos de hidrogeología*. España: Ediciones Mundi-Prensa, 2006. ISBN: 84-8476-239-4.
35. UNIVERSIDAD EAFIT. *Universidad de los niños/ Red de preguntas* [en línea]. [consulta: 20 febrero 2023]. Disponible

en: <https://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/Paginas/que-es-la-contaminacion.aspx#:~:text=Hablamos%20de%20contaminaci%C3%B3n%20cuando%20en,afectan%20el%20equilibrio%20del%20ecosistema.>

36. ENERGÍA Y MENERÍA EN CASTILLA Y LEÓN. *Junta de Castilla y León* [en línea]. [consulta: 20 febrero 2023]. Disponible en: [https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/procesos-fisicoquimicos.html#:~:text=Los%20procesos%20fisicoqu%C3%ADmicos%20son%20tratamientos,\(homogeneizaci%C3%B3n%20granulom%C3%A9trica%20y%20secado\).](https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/procesos-fisicoquimicos.html#:~:text=Los%20procesos%20fisicoqu%C3%ADmicos%20son%20tratamientos,(homogeneizaci%C3%B3n%20granulom%C3%A9trica%20y%20secado).) .
37. ESTEBAN, J. y COLL, V. Competitividad y eficiencia. *Estudios de Economía Aplicada* [en línea]. 2003, VOL. 21, n. 3, pp. 423-450 [consulta: 20 febrero 2023]. Disponible en: [https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/8933/17.+Esteban+Garc%C3%ADa,+J.+Estudios+de+Econom%C3%ADa+Aplicada+\(ed.+el.pdf?sequence=1.](https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/8933/17.+Esteban+Garc%C3%ADa,+J.+Estudios+de+Econom%C3%ADa+Aplicada+(ed.+el.pdf?sequence=1.)

# **ANEXOS**

**ANEXO 1. Matriz de Consistencia.**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>
¿Cuál es la influencia de la remoción de la turbidez y hierro en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023?	Determinar la influencia de la remoción de la turbidez y hierro en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.	Coagulante tipo PAC influye positivamente en la remoción de turbidez y hierro en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín – 2023
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>
¿Cuál es el elemento contaminante en el cuerpo de agua ubicado en San José de Quero, Junín - 2023?	Identificar el elemento contaminante. en el cuerpo de agua ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.	El elemento hierro es el principal contaminante en el cuerpo de agua ubicado en San José de Quero, Junín - 2023.

<p>¿Cuál de los coagulantes tendrá mayor eficiencia en la remoción de la turbidez en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023?</p>	<p>Determinar la Influencia de la aplicación del coagulante en la remoción de la turbidez de la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín – 2023.</p>	<p>Coagulante tipo PAC influye positivamente en la remoción de turbidez en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín – 2023.</p>
<p>¿Cuál de los coagulantes tendrá mayor eficiencia en la remoción del hierro en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín - 2023?</p>	<p>Determinar la Influencia de la aplicación del Coagulantes en la remoción de hierro en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín – 2023.</p>	<p>Coagulante tipo PAC influye positivamente en la remoción de hierro en la laguna Negro Bueno mediante proceso fisicoquímico, ubicado en San José de Quero, Junín – 2023.</p>

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Anexo 2. Informe del laboratorio sobre los contaminantes del agua inicial y después del tratamiento.**

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 096</b>	
<b>INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-19480</b>		Registro N° LE - 096
N° Id.: 0000063157		
<b>I. DATOS DEL SERVICIO</b>		
1.-RAZON SOCIAL	: Kety Milagros Vila Lazo	
2.-DIRECCIÓN	: Jr. República de Cuba, Chilca, Huancayo, Junín	
3.-PROYECTO	: TESIS - AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	
4.-PROCEDENCIA	: SAN JOSE DE QUERO, PROVINCIA DE CONCEPCION, DEPARTAMENTO DE JUNIN	
5.-SOLICITANTE	: KETY MILAGROS VILA LAZO	
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000005506-2022-0000	
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA	
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE	
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-11-15	
<b>II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO</b>		
1.-PRODUCTO	: Agua	
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2	
2.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-10-30	
3.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-10-30 al 2022-11-15	
 <b>Liz Y. Quispe Quispe</b> <b>Jefe de Laboratorio</b> CIP N° 211662		
		
<p>Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.</p>		
<b>SEDE PRINCIPAL</b> Av. Guardia Chalaca 1877, Bellavista, Callao P (+511) 7175810 / Anexo 112 Cel.: 940 598 572 <a href="http://www.alab.com.pe">www.alab.com.pe</a>	<b>SEDE ZARUMILLA</b> Prolongación Zarumilla Mz D2, Lt3 , Bellavista, Callao P (+511) 7130636 Cel.: 932646460 <a href="http://www.alab.com.pe">www.alab.com.pe</a>	<b>SEDE AREQUIPA:</b> Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR P (+073) 616843 Cel.: 932646642 <a href="http://www.alab.com.pe">www.alab.com.pe</a>
		<b>SEDE PIURA:</b> Calle Los Ebanos Mz G LT 17 Urb. Miraflores II Etapa - Ref. Costado del colegio San Ignacio de Loyola. P (+073) 542335 Cel.: 919 475 133 <a href="http://www.alab.com.pe">www.alab.com.pe</a>
Pág.1 de 4		

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-19480**

N° Id.: 0000063157

**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Metales Totales ICPOES <sup>(1)</sup>	EPA METHOD 200.7 Rev.4.4., 1994 / VALIDATED (Applied out of reach), 2018.	Dissolved Metals: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, SiO <sub>2</sub> , Sn, Sr, Ti, Tl, V, Zn, Hg, Validated: U, Bi. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

<sup>(1)</sup>EPA : U. S. Environmental Protection Agency, Methods for Chemicals Analysis

**SEDE PRINCIPAL**  
 Av. Guardia Chalaca 1877,  
 Bellavista, Callao P (+511)  
 7175810 / Anexo 112 Cel.:  
 940 598 572  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)
**SEDE ZARUMILLA**  
 Prolongación zarumilla Mz  
 D2, Lt3 , Bellavista, Callao  
 P (+511) 7130636  
 Cel.: 932646460  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)
**SEDE AREQUIPA:**  
 Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
 P (+073) 616843  
 Cel.: 932646642  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)
**SEDE PIURA:**  
 Calle Los Ebanos Mz G LT 17 Urb.  
 Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
 del colegio San Ignacio de Loyola. P  
 (+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

Pág.2 de 4

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-19480**

N° Id.: 0000063157

**IV. RESULTADOS**

ITEM	1	2			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-61346	M-22-61347			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T1	T2			
COORDENADAS:	E:0432340	E:0432340			
UTM WGS 84:	N:8658906	N:8658906			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	29-10-2022 10:00	29-10-2022 12:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
<b>Metales Totales ICPOES</b>					
Aluminio (*)	mg/L	0,005	0,020	0,573	2,010
Antimonio (*)	mg/L	0,002	0,006	<0,002	<0,002
Arsénico (*)	mg/L	0,002	0,008	<0,002	<0,002
Bario (*)	mg/L	0,0002	0,0010	0,2956	0,0773
Berilio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,009	0,030	<0,009	<0,009
Boro (*)	mg/L	0,002	0,008	0,097	0,128
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	0,0005	<0,0001
Calcio (*)	mg/L	0,002	0,006	54,373	68,348
Cerio (*)	mg/L	0,02	0,07	<0,02	<0,02
Cobalto (*)	mg/L	0,002	0,007	0,068	<0,002
Cobre (*)	mg/L	0,0003	0,0010	0,0069	0,0171
Cromo (*)	mg/L	0,0002	0,0008	<0,0002	<0,0002
Estaño (*)	mg/L	0,001	0,003	<0,001	<0,001
Estroncio (*)	mg/L	0,00004	0,00010	0,12623	0,36383
Fosforo (*)	mg/L	0,01	0,04	0,19	0,12
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,004	25,725	0,093
Litio (*)	mg/L	0,0003	0,0009	<0,0003	<0,0003

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

**SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chaleca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE ZARUMILLA**  
Prolongación Zarumilla Mz  
D2, Lt3, Bellavista, Callao  
P (+511) 7130636  
Cel.: 932646460  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE AREQUIPA:**  
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE PIURA:**  
Calle Los Ebanos Mz G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

Pág.3 de 4

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-19480**

N° Id.: 0000063157

ITEM	1		2		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-61346		M-22-61347		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T1		T2		
COORDENADAS:	E:0432340		E:0432340		
UTM WGS 84:	N:8658906		N:8658906		
PRODUCTO:	Agua Residual		Agua Residual		
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial		Agua Residual Industrial		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO:	29-10-2022 10:00		29-10-2022 12:00		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Magnesio (*)	mg/L	0,005	0,020	15,641	11,909
Manganeso (*)	mg/L	0,0001	0,0002	7,2871	0,0873
Mercurio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001
Molibdeno (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0006	<0,0006
Níquel (*)	mg/L	0,0003	0,0010	0,0847	0,0159
Plata (*)	mg/L	0,002	0,007	<0,002	<0,002
Plomo (*)	mg/L	0,002	0,006	<0,002	<0,002
Potasio (*)	mg/L	0,04	0,10	10,07	2,39
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,005	<0,001	0,003
Sodio (*)	mg/L	0,004	0,010	2,168	8,339
Silice (*)	mg/L	0,001	0,004	10,617	6,713
Talio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0007	0,0020	<0,0007	<0,0007
Uranio (*)	mg/L	0,005	0,020	<0,005	<0,005
Vanadio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	<0,0002	0,0034
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0004	0,6997	0,1007

(\*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

**"FIN DE DOCUMENTO"**

**SEDE PRINCIPAL**  
Av. Guardia Chaleca 1877,  
Bellavista, Callao P (+511)  
7175810 / Anexo 112 Cel.:  
940 598 572  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

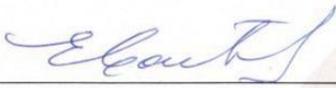
**SEDE ZARUMILLA**  
Prolongación Zarumilla Mz  
D2, Lt3 , Bellavista, Callao  
P (+511) 7130636  
Cel.: 932646460  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE AREQUIPA:**  
Mz. E Lt.9 COOP SIOSUR  
P (+073) 616843  
Cel.: 932646642  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

**SEDE PIURA:**  
Calle Los Ebanos M2 G LT 17 Urb.  
Miraflores II Etapa - Ref. Costado  
del colegio San Ignacio de Loyola. P  
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133  
[www.alab.com.pe](http://www.alab.com.pe)

Pág.4 de 4

**Anexo 3. Certificado que acredita al laboratorio.**

<h1>Certificado</h1>	 <p><b>INACAL</b> Instituto Nacional de Calidad Acreditación</p>
<p>La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, <b>OTORGA</b> el presente certificado de Renovación de la Acreditación al:</p>	
<h2>ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.</h2>	
<p><b>Laboratorio de Ensayo</b></p>	
<p>Prolongación Zarumilla. Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima</p>	
<p>Con base en la norma <b>NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración</b></p>	
<p>Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.</p>	
<p>Fecha de Renovación: 26 de julio de 2019 Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023</p>	
 <hr/> <p>ESTELA CONTRERAS JUGO Directora, Dirección de Acreditación - INACAL</p>	
<p>Cédula N° : 0547-2019/INACAL-DA Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°025-16/INACAL-DA Registro N° : LE-096</p>	<p>Fecha de emisión: 24 de julio de 2019</p>
<p><small>El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web <a href="http://www.inacal.gov.pe/acreditacion/categoria/acreditados">www.inacal.gov.pe/acreditacion/categoria/acreditados</a> al momento de hacer uso del presente certificado.</small></p>	
<p><small>La Dirección de Acreditación del INACAL, es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).</small></p>	
<p>DA-acr-01P-02M Ver. 02</p>	<p>DE-LAB-56 DNC-Fuera del alcance de actualización</p>

## Anexo 4. Ficha técnica del Sulfuro de aluminio.

# SULFATO DE ALUMINIO

## GRANULADO TIPO A PANTERA

Un producto de:



### FICHA TÉCNICA

<b>Nombre comercial</b>	Sulfato de Aluminio Granulado Tipo A Pantera
<b>Peso molecular</b>	594.14 g/mol.
<b>Formula química</b>	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$
<b>Apariencia</b>	Cristales color blanco

**COMPOSICIÓN QUÍMICA**

PARÁMETROS	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO
Sulfato de Aluminio, %	57.0	Q-M-LSAL-02

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

PARÁMETROS	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO
Aluminio Total Soluble, $Al_2O_3$ , %	Mín. 17.0	Q-M-LSAL-02
Basicidad, $Al_2O_3$ , %	Máx. 0.60	Q-M-LSAL-01
Hierro Total Soluble, $Fe_2O_3$ , %	Máx. 0.05	Q-M-LSAL-04
Insolubles, %	Máx. 0.20	Q-M-LSAL-05
Malla 6, % Pasante	Mín. 100	Q-M-LSAL-03
Malla 10, % Pasante	Mín. 60	Q-M-LSAL-03

Cumple el DS 031-2010-SA con registro Sanitario N°RSDAN7616. Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP 311.095 Revisión 1999 y la norma internacional ANSI/AWWA B403-93 para productos químicos usados en el tratamiento del agua.

**USOS**

- Coagulante principal en el tratamiento de agua para consumo humano para remover los contaminantes coloidales y en la mayoría de los procesos de separación de sólidos.
- En la industria textil como mordiente, afirmante, anti-transpirante, entre otros.

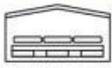
**PRESENTACIONES**

Bolsas de 25 Kg y 50 Kg, Big Bag de 500 Kg, 800 Kg, 1000 Kg y 1250 Kg.

**CONDICIONES DE USO Y ALMACENAJE**



Almacenar sobre pallets



Mantener en lugares secos y bajo techo



Proteger del sol



No comer, beber, ni fumar.



Mantener lejos de niños y animales

Aris Industrial S.A. garantiza que al momento de emitir esta hoja técnica el producto cumple con la especificación declarada. Es responsabilidad del comprador determinar que el producto cumple con los requisitos para su uso, incluyendo mediante la realización de pruebas de aplicación, así como de tomar todas las medidas de seguridad razonables.

Aris Industrial S.A. | Av. Industrial 491 Lima - Perú | (511) 336 5428 | vquimicos@aris.com.pe | www.quimicos.aris.com.pe | www.aris.com.pe



Imagen referencial

## Anexo 5. Ficha técnica del Sulfato Férrico.

# SULFATO FÉRRICO EN SOLUCIÓN

Un producto de:  


## FICHA TÉCNICA

<b>Nombre comercial</b>	Sulfato Férrico en Solución Pantera
<b>Peso molecular</b>	399.88 g/mol
<b>Fórmula química</b>	$Fe_2(SO_4)_3$
<b>Apariencia</b>	Líquido color café oscuro

### COMPOSICIÓN QUÍMICA

PARÁMETROS	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO
Pureza, $Fe_2(SO_4)_3$ , %	39.4 – 48.3	Q-M-LSFE-03

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

PARÁMETROS	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO
Ión férrico $Fe^{3+}$ , %	11.0 - 13.5	Q-M-LSFE-03
Ión ferroso $Fe^{2+}$ , %	Máx. 0.2	Q-M-LSFE-04
Acidez como $H_2SO_4$ , %	Máx. 0.5	Q-M-LSFE-01
pH	Máx. 2.0	Q-M-LAB-04
Insolubles en agua, %	Máx. 0.1	Q-M-LSFE-05
Densidad @ 20°C, g/mL	1.45 - 1.67	Q-M-LAB-01
Cloruros, ppm	Máx. 70.0	Q-M-LSFE-02

Cumple el DS 031-2010-SA con registro Sanitario N°RSDAN7516.  
Cumple con la Norma Internacional ANSI/ AWWA B406.2014 para productos químicos usados en el tratamiento del agua.



imagen referencial

### USOS

- El Sulfato Férrico Solución se utiliza en agua de consumo humano para remoción de partículas suspendidas, arsénico y otros metales. En tratamiento de aguas residuales para la remoción de partículas suspendidas y metales pesados. Coagulante inorgánico para tratamiento de agua de cola y producción de harina de pescado en la industria pesquera.

### PRESENTACIONES

Bidones de 20 Kg, 250 Kg, 300 Kg, IBC de 1300 Kg y en cisternas de acero inoxidable.

### CONDICIONES DE USO Y ALMACENAJE

 Mantener en su envase original	 Mantener en lugares secos y bajo techo	 Proteger del sol	 No comer, beber, ni fumar.	 Mantener lejos de niños y animales
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Aris Industrial S.A. | Av. Industrial 491 Lima - Perú | (511) 336 5428 | [vquimicos@aris.com.pe](mailto:vquimicos@aris.com.pe) | [www.quimicos.aris.com.pe](http://www.quimicos.aris.com.pe) | [www.aris.com.pe](http://www.aris.com.pe)

## Anexo 6. Ficha técnica del Policloruro de aluminio.



### TECNOFLOC 2256

#### COAGULANTE INORGANICO

- ✓ Agente coagulante aplicable en el tratamiento de agua potable y aguas residuales.
- ✓ Posee un fuerte poder de coagulación.
- ✓ Alta eficiencia en aguas con alta carga contaminante.
- ✓ Alta performance en la eliminación de sólidos, DQO y DBO.
- ✓ Efectivo para la remoción de fosforo.
- ✓ Compatible con los tratamientos biológicos.
- ✓ Aplicable en un amplio rango de PH (5 a 10)
- ✓ Requiere presencia de alcalinidad en el agua cruda.

#### Usos principales

**Tecnofloc 2256** ha sido formulado para la clarificación de agua potable, residual municipal y residual industrial. Es usado como neutralizante de sustancias alcalinas. Puede usarse en conjunto con coagulantes organicos. Es un buen acondicionador de lodos mejorando la deshidratación.

#### Descripción General

**Tecnofloc 2256** es una solución de policloruro de aluminio, con las siguientes características:

Forma:	Líquido
Color:	incoloro a amarillo
Gravedad especificar:	1,26 – 1,33 (25°C)
Solubilidad:	100% en agua

#### Dosis

La dosis de **Tecnofloc 2261** varía de acuerdo al tipo de proceso y efluente tratado El Representante técnico de TECNOCHEM le asesorara en el establecimiento de la dosis más adecuada a su situación particular.

#### Modo de Empleo y Alimentación

**Tecnofloc 2256** debe alimentarse de una manera continua al proceso, cualquiera que sea su aplicación, en un punto de buena agitación y mezcla, a través de bombas dosificadoras de plástico o cualquier otro material resistente al ácido. El producto es totalmente soluble en agua, por lo tanto, su preparación es muy sencilla.

#### Despacho y Almacenamiento

**Tecnofloc 2256** se despacha en cilindros de 270 Kg y a granel. Se recomienda almacenarlo en un lugar seco y fresco. Tiempo de vida útil 12 meses a partir de la fecha de fabricación.

#### Manejo y Seguridad

**Tecnofloc 2256** no presenta riesgos en su manejo. Como todo producto químico evite el contacto con la piel y ojos. No ingerir. En caso de contacto con ojos y piel y ropa, lavarse con mucha agua. Si se presenta irritación de ojos, acudir inmediatamente al medico.

La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición de producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto, la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto o sus envases. La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.

Los datos suministrados fueron obtenidos de fuentes confiables, sin embargo, no se expresa ni se implica garantía alguna con respecto a la exactitud de estos datos o los resultados que se obtengan por el uso del material.

FI 09-2020. Revisión 1

## Anexo 7. Ficha técnica Cloruro Férrico.



### TECNOFLOC 2261

#### COAGULANTE INORGANICO

- ✓ Coagulante de alta performance, aprobado para ser aplicado en agua potable
- ✓ Excelente rendimiento en aguas residuales.
- ✓ Alta eficiencia en remoción de orgánicos y metales pesados
- ✓ Actúa en un amplio rango de pH y de temperatura
- ✓ Compatible con los tratamientos biológicos
- ✓ Rápida velocidad de coagulación
- ✓ Volumen menor de lodos y mayor compactación de los mismos
- ✓ Alto rendimiento en eliminación de sólidos en suspensión, DQO y DBO<sub>5</sub>

#### Usos principales

Tecnofloc 2261 ha sido especialmente formulado para clarificación de agua potable, residual municipal y residual industrial. Excelente performance en aguas de bombeo de la industria pesquera, aguas residuales de plantas de beneficio de aves, carnicerías, etc. Es usado como acondicionador de lodos en el proceso de deshidratación.

#### Descripción General

Tecnofloc 2261 es una solución de color marrón oscuro de carga catiónica con las siguientes características:

Forma:	Líquido
Color:	Marrón oscuro
Olor:	Inodoro
Densidad:	1418 a 1485 g/ml

#### Dosis

La dosis de **Tecnofloc 2261** varía de acuerdo al tipo de proceso y efluente tratado. El Representante técnico de TECNOCHEM le asesorará en el establecimiento de la dosis más adecuada a su situación particular.

#### Modo de Empleo y Alimentación

**Tecnofloc 2261** debe alimentarse de una manera continua al proceso, cualquiera que sea su aplicación, en un punto de buena agitación y mezcla, a través de bombas dosificadoras de plástico o cualquier otro material resistente al ácido. El producto es totalmente soluble en agua, por lo tanto, su preparación es muy sencilla.

#### Despacho y Almacenamiento

**Tecnofloc 2261** se despacha en cilindros de 270 Kg y a granel. Se recomienda almacenarlo en un lugar seco y fresco. Tiempo de vida útil 12 meses a partir de la fecha de fabricación.

#### Manejo y Seguridad

**Tecnofloc 2261** no presenta riesgos en su manejo. Como todo producto químico evite el contacto con la piel y ojos. No ingerir. En caso de contacto con ojos y piel y ropa, lavarse con mucha agua. Si se presenta irritación de ojos, acudir inmediatamente al médico.

La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición de producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto, la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto o sus envases. La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.

Los datos suministrados fueron obtenidos de fuentes confiables, sin embargo, no se expresa ni se implica garantía alguna con respecto a la exactitud de estos datos o los resultados que se obtengan por el uso del material.

FI 09-2020. Revisión 1

## Anexo 8. Ficha técnica del Floculante Aniónico.



### TECNOFLOC 2140 VHM

#### FLOCULANTE

- Aplicable a diversos procesos industriales como el azucarero y el papelerero.
- Aplicable a una gran variedad de aguas y efluentes industriales.
- Ideal para la deshidratación mecánica de lodos orgánicos e inorgánicos.
- Trabaja en un rango amplio de PH de 1 a 12.
- Fácilmente soluble en aguas.
- Excelente relación costo rendimiento. Trabaja a dosis bajas.

#### Usos principales

**Tecnofloc 2140 VHM** ha sido especialmente formulado para deshidratación mecánica de lodos provenientes de procesos de clarificación y espesamiento de efluentes industriales. **TECNOFLOC 2140 VHM** tiene excelente aplicación en los procesos azucareros (clarificación de jugo) y papeleros. **TECNOFLOC 2140 VHM** cumple con la normativa FDA título 21 CFR 173.10

#### Descripción General

**Tecnofloc 2140 VHM** es un polímero floculante sólido de muy alto peso molecular, altamente aniónico con las siguientes características:

<b>Forma:</b>	<b>Sólido granular</b>
<b>Color:</b>	<b>Blanco a beige</b>
<b>Olor:</b>	<b>Inodoro</b>
<b>Densidad:</b>	<b>600 a 800 Kg/m3</b>
<b>Solubilidad:</b>	<b>Máximo 0.5% en agua</b>
<b>Viscosidad UL:</b>	<b>6.50-7.50 cps</b>

#### Dosis

La dosis de **Tecnofloc 2140 VHM** varía de acuerdo al tipo de proceso y efluente tratado. El Representante técnico de **TECNOCHEM** le asesorará en el establecimiento de la dosis más adecuada a su situación particular.

#### Modo de Empleo y Alimentación

**Tecnofloc 2140 VHM** se puede alimentar de manera continua al proceso en un punto de buena agitación y mezcla, utilizando una bomba dosificadora de acero dulce o cualquier otro material compatible. Para obtener el mejor rendimiento, se debe preparar el producto en soluciones de hasta 0.5% de concentración y luego alimentar al 0.1% de concentración.

El tiempo de preparación de las soluciones de **Tecnofloc 2140** es de 45 minutos. Se recomienda realizarlo de la siguiente manera:

- ✓ Agregarlo lentamente al agua mientras se agita. Esto evita la formación de grumos o apelmazamientos.
- ✓ Agitar suavemente durante 10 a 15 minutos.
- ✓ Dejar en reposo durante 5 a 10 minutos.
- ✓ Finalmente agitar por 15-20 minutos.

#### Despacho y Almacenamiento

**Tecnofloc 2140 VHM** se despacha en sacos de 25 Kg y 750 Kg. Se recomienda almacenarlo en un lugar seco y fresco. Mantener los envases cerrados para evitar hidratación. Tiempo de vida útil 24 meses a partir de la fecha de fabricación.

#### Manejo y Seguridad

**Tecnofloc 2140 VHM** no presenta riesgos en su manejo. Como todo producto químico evite el contacto con la piel y ojos. No ingerir. En caso de contacto con ojos y piel y ropa, lavarse con mucha agua. Si se presenta irritación de ojos, acudir inmediatamente al médico.

La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición de producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto, la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto o sus envases. La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.

## PANEL FOTOGRÁFICO

### *Anexo 9. San José de Quero*



*Fotografía. 1. Casas a las afueras del centro de San José de Quero*

### *Anexo 10. Laguna aledaña del pasivo ambiental y vida silvestre.*



*Fotografía. 2. Laguna no está en contacto directo con el pasivo ambiental, pero no se sabe si hay contaminación subterránea*

**Anexo 11. Laguna Negro Bueno**



*Fotografía. 3. Laguna Negro Bueno*

**Anexo 12. Vista panorámica de la mina, relave y la laguna Negro Bueno.**



*Fotografía. 4. Vista de la bocamina, el relave y la contaminación de la laguna Negro Bueno*

**Anexo 13. Túnel colapsado por falta de mantenimiento**



*Fotografía. 5. Túnel colapsado*

**Anexo 14. Bocamina derrumbada por abandono**



*Fotografía. 6. Bocamina derrumbada*

**Anexo 15.** *Restos de excremento de ganado que pastorean por la zona contaminada.*



**Fotografía. 7.** *Resto de excremento*

**Anexo 16.** *Cancha donde almacenaban el carbón la minera.*



**Fotografía. 8.** *Almacenamiento de carbón*

**Anexo 17.** *Mas restos de excremento de ganado en la cancha de almacenamiento del carbón*



**Fotografía. 9.** *Restos de excremento en cancha de carbón*

**Anexo 18.** *Contaminación de la laguna perspectiva a nivel del agua*



**Fotografía. 10.** *Vista de la laguna Negro Bueno*

**Anexo 19. Ingreso del contaminante de la laguna Negro Bueno**



*Fotografía. 11. Ingreso del contaminante de la laguna Negro Bueno*

**Anexo 20. Agua de interior mina**



*Fotografía. 12. Bocamina por donde drenan el agua del interior mina*

**Anexo 21.** *Pozo donde se acento visiblemente el hierro*



*Fotografía. 13. Pozo de donde se acento el hierro*

**Anexo 22.** *Evidencia con la bocamina*



*Fotografía. 14. Evidencia 1*

**Anexo 23.** *Evidencia con la bocamina y los recipientes de traslado del agua*



*Fotografía. 15. Evidencia 2*

**Anexo 24.** *Recolector de lluvia con presencia de contaminante en el fondo*



*Fotografía. 16. Recolector de lluvia*

**Anexo 25.** *Huella de ganado que transita a lado del recolector de lluvia*



*Fotografía. 17. Huella de ganado*

**Anexo 26.** *Aves casando en la laguna Negro Bueno*



*Fotografía. 18. Aves viviendo en la laguna Negro Bueno*

**Anexo 27.** *Drenaje del agua de la laguna Negro bueno a la laguna 54-1*



*Fotografía. 19. Contaminación de la laguna 54 por la laguna Negro Bueno*

**Anexo 28.** *Otra perspectiva de la contaminación a la laguna 54-1*



*Fotografía. 20. Contaminación de la laguna 54-1*

**Anexo 29. Vista de la laguna 54-1**



*Fotografía. 21. Vista total de la laguna 54*

**Anexo 30. Ingreso del contaminante de la laguna 54-1**



*Fotografía. 22. Ingreso del contaminante de la laguna 54-1*

**Anexo 31.** *Toma de muestra del agua antes del ingreso a la laguna 54-1*



*Fotografía. 23. Evidencia 3*

**Anexo 32.** *Toma de muestra del agua antes del ingreso a la laguna 54-1*



*Fotografía. 24. Evidencia 4*

**Anexo 33. Toma de muestra del agua antes del ingreso a la laguna 54-1**



*Fotografía. 25. Evidencia 5*

**Anexo 34. Toma de muestra del agua antes del ingreso a la laguna 54-1**



*Fotografía. 26. Evidencia 6*

### Anexo 35. Muestra del fondo del agua y la parte que fluye el agua



Fotografía. 27. Evidencia 7

### Anexo 36. Coordenadas de la toma de muestra

Coordenadas	
Lat Long	<u>-12.0891306,-75.5359945</u>
UTM	<u>441670.585E 8663533.304N 18L</u>
MGRS	18LVM 41671 63533
EPSG:4326	<u>-75.5359945 -12.0891306</u>
Elevación	<u>3991.1 m</u>
Elev. (msl)	<u>3958.45 m asl.</u>
Exactitud	4.0 m
Ángulo	63.96° Declinación: -3.86°
Velocidad	<u>0.55 km/h</u>
P/H/V DOP	1.6/0.7/1.4

Objetivo: 0,0  
Rodamiento de destino: 86.9729° E  
Distancia del blanco: 8,444,079 m

Fotografía. 28. Coordenadas