



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y METALURGIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**TESIS:**

**CARACTERIZACIÓN DEL DRENAJE ACIDO DE LA MINA  
ANCUSH TRANKA Y SU IMPACTO AL RIO LOCO -  
PAMPAROMAS - 2020.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. JARA TOLENTINO, Guillermo Juan**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. QUIÑONES POMA, Juan Roger**

**HUARAZ - PERÚ**

**2021**

**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL****1. Datos del autor:**Apellidos y Nombres: JARA TOLENTINO GUILLERMO JUANCódigo de alumno: 121.0204.494Teléfono: 975084927E-mail: guillermotgj@gmail.comD.N.I. n°: 70609014*(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)***2. Tipo de trabajo de investigación:**

- Tesis
  Trabajo de Suficiencia Profesional  
 Trabajo Académico
  Trabajo de Investigación  
 Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

**3. Para optar el Título Profesional de:**INGENIERO DE MINAS**4. Título del trabajo de investigación:**"CARACTERIZACION DEL DRENAJE ACIDO DE LA MINA ANCUSH TRANKA Y SU IMPACTO AL RIO LOCO - PAMPAROMAS - 2020"5. Facultad de: Ingeniería de Minas, Geología y Metalúrgia6. Escuela o Carrera: INGENIERÍA DE MINAS**7. Asesor:**Apellidos y nombres QUIÑONES POMA JUAN ROGERD.N.I n°: 32642091E-mail: jroquipoma62@gmail.com

ID ORCID: \_\_\_\_\_

8. Referencia bibliográfica: Tesis en formato APA**9. Tipo de acceso al Documento:**

- Acceso público\* al contenido completo. Acceso  
 restringido\*\* al contenido completo

*Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.*

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

---



---



---

## 10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

Firma del autor

## 11. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

## 12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz, 20/08/2021

Firma:



Varillas William Eduardo

Asistente en Informática y Sistemas

- UNASAM -

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.





UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,  
GEOLOGÍA Y METALURGIA



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL**

En la ciudad de Huaraz, siendo las Diez horas con treinta minutos de la mañana (10:30 a.m.) del día Veinte de Agosto del Dos mil Veintiuno (20/08/2021), se reunieron los miembros del jurado calificador nominados según Resolución Nro. 123-2021-FIMGM/CF, de fecha 10 de Agosto del 2021, integrado por los siguientes Docentes: **Dr. Ing. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES, como Presidente; Dr. Ing. FLAVIO AUGUSTO RAMOS AQUIÑO, como Secretario y el Dr. Ing. JULIAN PEREZ FALCON, como Vocal;** para la sustentación de la tesis Titulada: **"CARACTERIZACIÓN DEL DRENAJE ACIDO DE LA MINA ANCUSH TRANKA Y SU IMPACTO AL RIO LOCO – PAMPAROMAS - 2020"** presentado por el Bachiller **GUILLERMO JUAN JARA TOLENTINO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", se procedió con el acto de sustentación bajo las siguientes consideraciones, el Presidente del Jurado calificador, invitó a los docentes, alumnos y público en general a participar en este acto; luego invitó al Secretario del Jurado calificador a dar lectura de la Resolución N° 123-2021-FIMGM/CF de fecha 10 de Agosto del 2021. Acto seguido invitó al sustentante a la defensa de su tesis por un lapso de veinte minutos (20), concluida con la misma, se procedió con el rol de preguntas de parte de los miembros del Jurado Calificador, finalmente se invitó al público en general a hacer abandono del Auditorium de la FIMGM por un lapso de diez (10) minutos con el propósito de deliberar la nota del sustentante, **ACORDANDO: APROBAR CON EL CALIFICATIVO (\*)de: DIECISEIS (16).** Siendo las Once horas y cuarentaicinco minutos (11:45 a.m.) del mismo día, se dio por concluida el acto de sustentación. En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO DE MINAS** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la UNASAM.

Dr. Ing. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES  
Presidente

Dr. Ing. FLAVIO AUGUSTO RAMOS AQUIÑO  
Secretario

Dr. Ing. JULIAN PEREZ FALCON  
Vocal

Dr. Ing. JUAN ROGER QUÍÑONES POMA  
Asesor

(\*) De acuerdo con el Artículo 84º Reglamento de Grados y Títulos de la UNASAM, están deben ser calificadas con términos de: **APROBADO CON EXCELENCIA (19-20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17-18), APROBADO (14-16), DESAPROBADO (00-13).**



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"**

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,  
GEOLOGÍA Y METALURGIA**



**ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS**

Los Miembros del Jurado, luego de evaluar la tesis titulada: "CARACTERIZACIÓN DEL DRENAJE ACIDO DE LA MINA ANCUSH TRANKA Y SU IMPACTO AL RIO LOCO – PAMPAROMAS - 2020" presentado por el Bachiller GUILLERMO JUAN JARA TOLENTINO, y sustentada el día 20 de Agosto del 2021, con Resolución de Consejo de Facultad N° 123-2021-FIMGM-/CF , la declaramos CONFORME.

En consecuencia queda en condiciones de ser publicada.

Huaraz, 20 de Agosto del 2021

  
-----  
Dr. Ing. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES  
Presidente

  
-----  
Dr. Ing. FLAVIO AUGUSTO RAMOS AQUIÑO  
Secretario

  
-----  
Dr. Ing. JULIAN PEREZ FALCON  
Vocal

  
-----  
Dr. Ing. JUAN ROGER QUIÑONES POMA  
Asesor

## DEDICATORIA

A mis padres, por darme el regalo máspreciado  
que es la vida, a quienes les debo por sus apoyos  
incondicionales, que son mejores guías que tengo  
en mi vida lo que me permitió a cumplir el ansiado  
sueño de ser ingeniero de minas.

A mi hermanita Valeria Leocadia Jara  
Tolentino por todo su esfuerzo brindado  
e iluminar mi camino desde el lado del  
divino creador.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por esta hermosa vida, gracias al Divino cada día voy dando un paso más en este sendero de la vida.

Agradezco infinitamente a mis padres, hermanos y familiares que desde mi infancia lucharon por mí, para que cumpla esta meta que con tanto esmero logre.

## RESUMEN

La investigación fue realizada del drenaje ácido de la mina Ancush Tranka que descarga sus efluentes al río Loco, que se encuentra en la comunidad campesina subsector Ocshapampa-Acoyo, distrito de Pamparomas, provincia de Huaylas, para el muestreo se consideró los puntos (PM-1) cuyo caudal es de 2 lt/seg y punto (PM-02) con un caudal de 5 lt/seg., el diseño de la investigación consistió en el muestreo de los puntos, análisis de las muestras en el laboratorio de la UNASAM, evaluación e interpretación de los resultados.

Del análisis de los parámetros Físicos-Químicos e inorgánicos del ECA I (Poblacional y Recreacional) - Subcategoría A, CLASE A1, que se encuentran por debajo del ECA I, son los parámetros: conductividad, pH, temperatura, acidez, cianuro wad, dureza, sólidos totales, aluminio, cobre, hierro, molibdeno, zinc y los parámetros que se encuentran en exceso y afectan al río Loco son: arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo, todos en ECA I y en ECA III afecta solo el parámetro mercurio, en tal sentido las autoridades de la comunidad deben ubicar otra fuente de agua para poder captar y ser consumida como agua potable, previa evaluación del ECA I.

**Palabras claves:** Drenaje ácido, muestreo, parámetros, análisis.



## ABSTRACT

The investigation was carried out on the acid drainage of the Ancush Tranka mine that discharges its effluents to the Loco river, which is located in the Ocshapampa-Acoyo subsector peasant community, Pamparomas district, Huaylas province, for the sampling points (PM- 1) whose flow rate is 2 lt / sec and point (PM-02) with a flow rate of 5 lt / sec., The research design consisted of sampling the points, analysis of the samples in the UNASAM laboratory , evaluation and interpretation of the results.

From the analysis of the Physical-Chemical and inorganic parameters of ECA I (Population and Recreational) - Subcategory A, CLASS A1, which are below ECA I, are the parameters: conductivity, pH, temperature, acidity, cyanide wad, hardness , total solids, aluminum, copper, iron, molybdenum, zinc and the parameters that are in excess and affect the Loco river are: arsenic, cadmium, chromium, mercury, lead, all in ECA I and in ECA III affect only the parameter mercury, in this sense the community authorities must locate another source of water to be able to capture and be consumed as drinking water, after evaluation by ECA I.

**Keywords:** Acid drainage, sampling, parameters, analysis.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación, fue realizado sobre la caracterización del drenaje ácido de la mina Ancush Tranka y su Impacto al río Loco – Pamparomas, porque tengo el interés de saber en qué medida el drenaje ácido (efluentes) de la mina que son descargados al río Loco, impactan a la población de Ocshapampa y otros, toda vez de que los comuneros vienen consumiendo como agua potable una parte del río Loco, en tal sentido hacer conocer a mi población sobre la calidad de agua que se consume, mediante el análisis de los diferentes parámetros, que muchos de ellos se encuentran en exceso según los resultados determinados en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM, en tal sentido sugerir que las autoridades de la comunidad deben tomar medidas a fin de ubicar y evaluar otros puntos o fuentes para captar el agua para utilizar como agua potable; la metodología empleada en la investigación fue tomar las muestras de los puntos determinados, realizar el análisis correspondiente en el laboratorio y analizar e interpretar los resultados según los ECA I y ECA III, del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Mi investigación se divide en los siguientes capítulos que a continuación se detallan:

CAPITULO I: GENERALIDADES, que comprende el entorno físico y entorno geológico.

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN, que comprende el marco teórico, definición de términos y fundamentación teórica.

CAPITULO III: METODOLOGÍA, que comprende el problema, hipótesis, variables, diseño de la investigación.

CAPITULO IV: RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN, que comprende la descripción de la realidad y procesamiento de datos, análisis e interpretación de la información, discusión de los resultados, aportes del tesista; finalmente las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

## INDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**PALABRAS CLAVES**

**ABSTRACT**

**KEYWORDS**

**INTRODUCCIÓN**

**INDICE**

### **CAPITULO I**

#### **GENERALIDADES**

##### **1.1. ENTORNO FÍSICO.**

**1.1.1. Ubicación y Acceso. 1**

**1.1.1.1. Ubicación. 1**

**1.1.1.2. Acceso. 2**

**1.1.2. Topografía. 2**

**1.1.3. Clima. 3**

**1.1.4. Flora y fauna. 3**

**1.2. Entorno Geológico. 4**

**1.2.1. Geología Regional. 4**

**1.2.2. Geología Local. 4**

**1.2.3. Geología Estructural. 5**

**1.2.4. Geología Económica. 5**

## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN.**

<b>2.1. Marco Teórico.</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1. Antecedentes de la Investigación.</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2. Definición de Términos.</b>	<b>14</b>
<b>2.1.3. Fundamentación Teórica.</b>	<b>16</b>
<b>2.1.3.1. Drenaje acido de mina (DAM).</b>	<b>16</b>
<b>2.1.3.2. Caracterización de aguas acida de mina.</b>	<b>16</b>
<b>2.1.3.3. Factores influentes en la formación del DAM.</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3.4. Impactos ambientales.</b>	<b>19</b>
<b>2.1.3.5. Metales pesados en la salud humana.</b>	<b>20</b>
<b>2.1.3.6. Tratamiento del drenaje acido de mina.</b>	<b>21</b>
<b>2.1.3.7. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para</b>	
<b>Agua y Disposiciones Complementarias.</b>	<b>21</b>

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

<b>3.1. El Problema.</b>	<b>29</b>
<b>3.1.1. Descripción de la Realidad Problemática.</b>	<b>29</b>
<b>3.1.2. Planteamiento y Formulación del Problema.</b>	<b>30</b>
<b>3.1.3. Identificación y Selección del Problema.</b>	<b>30</b>
<b>3.1.4. Formulación Interrogativa del Problema General.</b>	<b>31</b>

<b>3.1.4.1. Formulación de Problemas específicos.</b>	<b>31</b>
<b>3.1.5. Objetivos.</b>	<b>31</b>
<b>3.1.5.1. Objetivo General.</b>	<b>31</b>
<b>3.1.5.2. Objetivos Específicos.</b>	<b>31</b>
<b>3.1.6. Justificación de la Investigación.</b>	<b>32</b>
<b>3.1.7. Limitaciones.</b>	<b>32</b>
<b>3.1.8. Alcances de la Investigación.</b>	<b>33</b>
<b>3.2. Hipótesis.</b>	<b>33</b>
<b>3.3. Variables.</b>	<b>33</b>
<b>3.3.1. Variable Independiente.</b>	<b>33</b>
<b>3.3.2. Variable Dependiente.</b>	<b>33</b>
<b>3.4. Diseño de la Investigación.</b>	<b>33</b>
<b>3.4.1. Tipo de Investigación.</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2. Nivel de Investigación.</b>	<b>34</b>
<b>3.4.3. Diseño de Investigación.</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4. Población y Muestra.</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4.1. Población.</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4.2. Muestra.</b>	<b>34</b>
<b>3.4.5. Técnicas, Instrumentos de Recolección de Datos.</b>	<b>34</b>
<b>3.4.6. Forma de Tratamiento de los Datos.</b>	<b>35</b>
<b>3.4.7. Forma de Análisis de las Informaciones.</b>	<b>35</b>

**CAPITULO IV**  
**RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>4.1. Descripción de la Realidad y Procesamiento de Datos.</b>	<b>36</b>
<b>4.2. Análisis e Interpretación de la Información.</b>	<b>41</b>
<b>4.2.1. Resultados de la concentración de los parámetros en el punto de muestreo PM-01, y PM-02, al costado del rio Loco en tiempo de invierno, comparados con el ECA I (Poblacional y Recreacional) - Subcategoría A, CLASE A1.</b>	<b>41</b>
<b>4.2.2. Resultados de la concentración de los parámetros en el punto de muestreo PM-01, y PM-02, al costado del rio Loco en tiempo de invierno, comparados con Categoría ECA III- Subcategoría D1 y D2</b>	<b>58</b>
<b>4.3. Discusión de los Resultados.</b>	<b>76</b>
<b>4.4. Aportes del Tesista.</b>	<b>78</b>
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES.</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>	
<b>ANEXOS</b>	



# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. ENTORNO FÍSICO

#### 1.1.1. Ubicación y Acceso

##### 1.1.1.1. Ubicación

La mina está ubicada en quebrada Ancush, dentro de jurisdicción de comunidad campesina subsector Ocshapampa-Acoyo, distrito de Pamparomas, provincia de Huaylas, departamento de Ancash-Perú

Se ubica en la Cordillera Negra, en el flanco occidental de la cordillera de los andes. Comprendido entre 4,284 a 4,348 m.s.n.m. de elevación.

Tabla 1: Coordenadas de ubicación.

<b>Coordenadas UTM WGS 84</b>	<b>Coordenadas Geográficas.</b>
184,480 E	9° 12' 43'' S
8980,454 N	77° 52' 16'' S

##### 1.1.4.2. Acceso

Tabla 2: Vía de acceso al área de estudio Ruta 1

<b>Ruta</b>	<b>Km</b>	<b>Tipo de vía</b>	<b>Tiempo(horas)</b>
Lima - Huaraz	404	Asfaltado	8
Huaraz - Yungay	56.5	Asfaltado	1.3
Huaraz - Caraz	69.5	Asfaltado	1.6
Yungay - Mina	68	Trocha	2.5

Caraz - mina	75	Trocha	3
<b>Total</b>	<b>673</b>		<b>16.4</b>

Tabla 3: Vía de acceso al área de estudio Ruta 2

<b>Ruta</b>	<b>Km</b>	<b>Tipo de vía</b>	<b>Tiempo(horas)</b>
Lima - Chimbote	427.5	Asfaltado	6.5
Chimbote – Moro	61.1	Asfaltado	1.3
Moro - Mina	60	Trocha	2.4
<b>Total</b>	<b>548.6</b>		<b>10.2</b>

### 1.1.5. Topografía

La zona de estudio presenta una quebrada accidentada y agreste con flancos empinados y rocosas.

La estratigrafía de mina comprende de era cenozoica, de sistema neógeno, de serie mioceno, ciclo andino, fase quechua.

### 1.1.6. Clima

Se caracteriza por tener una clima muy frígido y seco, está despejado entre abril-agosto, en mencionados meses la temperatura varia, por día esta 6 -10 °C, en las noches desciende hasta – (10 -12) °C. Normalmente entre octubre – abril presenta precipitaciones, entre junio, julio y agosto se presenta helada.

### 1.1.7. Flora y fauna

- **Flora:** Ichu, limbar, llinllish, oreja de lichu, taya, huacoro, etc.

- **Fauna:** Condor, vizcacha, zorro, gavián, zorrillo, etc.



Fotografía 1: Verificación de pH antes del agua de filtración.

## 1.2. Entorno Geológico

### 1.2.1. Geología Regional

- **Grupo Calipuy:** La relación del límite inferior de esta secuencia es la discordia angular con las secuencias cretáceo, mientras que el tope se encuentra mayormente erosionado salvo algunas excepciones como la formación Yungay que lo suprayace discordante en algunos sectores. Este grupo este compuesto mayormente por tobas, piroclastos gruesos, aglomerados, lavas, su composición varia de andesita-dacita riolítica. (VILCA, 2019).

- **Formación chururo:** Los afloramientos de esta unidad están mejor desarrollados en la zona de estudio abarcado una gran extensión principalmente en la Cordillera Negra, además son tobas, aglomerados, brechas y lavas porfíricas de color verde grisáceo a marrón-rojizo.

Forman capas gruesas y resistentes. Las tobas presentan textura porfíricas, con pómez, cristales de cuarzo hialino, plagioclasas, moscovita, biotita y epidota de una matriz vítrea, cuyo grosor aproximadamente es de 600 m. (VILCA, 2019)

### **1.2.2. Geología Local**

La litología de mina Ancush Tranka es emplazadas en rocas subvolcánicas de mioceno, presenta dacita porfíricas (en su composición hay depósitos filonianos de galena, galena argentífera, piritita, arsenopiritita, esfalerita) granodiorita, tonalita. (VILCA, 2019).

### **1.2.3. Geología Estructural**

Existe un sistema de fallas inactivas delineadas que afectan a los volcánicos Calipuy, las estructuras presentan rumbo predominante al NWSE con inclinación que va 40° a 60° al NE; en el mapeo se han registrado sistemas de diaclasamiento en los afloramientos rocosos, en las rocas volcánicas el sistema de diaclasamientos tienen rumbos NW-SE y NE-SW, con inclinaciones que van de 50° a 66° al NE, 35° a 80° al SW y 55° a 90° al SE, también los sistemas de diaclasamiento de las

rocas sedimentarias tienen rumbo NW-SE y NE-SW con inclinaciones que van de 68° a 80° al SW, 33° a 50° al SE y 25° al NW.

En el mapeo geológico geotécnico no se ha identificado evidencia de actividad en las fallas adyacentes a la zona de estudio, como la falla Regional Cuncashca que delimita por el Oeste con el área del proyecto. (Departamento de Geología de la MBM S.A – Unidad Pierina). (VILCA, 2019).

#### **1.2.4. Geología Económica**

Se encuentra depósitos en ambiente filoniano polimetálicos de plomo, zinc y plata.  
(VILCA, 2019)

## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN.**

#### **2.1. Marco Teórico**

##### **2.1.1. Antecedentes de la Investigación**

La minería es la actividad económica más importantes a nivel mundial pero sus desechos son muy nocivos para los ecosistemas de su entorno, el DAM es un problema medioambiental más crítico por sus altos contenidos de metales pesados disueltos, pH y iones sulfatos, en caso de Ecuador se han reportado daños severos en los ecosistemas de las áreas aledañas a la actividad minera por causa del drenaje ácido de la mina; por tal razón el investigador desarrollo una tecnología mediante el uso de bacterias sulfato-reductoras (BSR) para la generación biogénica de sulfuro como alternativa de remediación, por medio de la precipitación de los contaminantes en forma de sulfuros metálicos, evaluándose en el estudio los diferentes lodos y sedimentos que proviene de las plantas de tratamiento, laguna (naturales y artificiales), así mismo en lagunas de estabilización, los sedimentos de la laguna artificial de San Francisco de Quito demostró ser el, inóculo microbiano apropiado para los objetivos propuestos, también el investigador observo la eficiencia de los sustratos como donadores de electrones en sulfato-reducción catalizada por las BSR, resultando la evaluación del acetato (2.5 gr DQO / l, siendo de mayor eficiencia el lactato, etanol y peptona, en presencia de 4000 mg / l de sulfato como receptor de electrones, lo que alcanzó una producción acumulada de 463 mg / S<sup>2</sup> / l, con una actividad máxima de reducción de sulfato de 52 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> / 2 gl acetato, luego de 66 días de operación obtuvo una



producción de sulfuro de 167 mg S<sup>2</sup> / l, junto con un porcentaje constante de demanda química de oxígeno (DQO) del 13%. (Andrade, 2010)

La problemática ambiental generado por drenaje ácido de la mina es de mucha preocupación, porque genera impactos adversos por medio de sus componentes, en la afectación de la calidad de agua superficiales y subterráneas, en la vida acuática del medio receptor, y como las comunidades pueden ser perjudicadas por el DAM, lo cual es producido por la oxidación de sulfuros metálicos principalmente de la pirita en presencia del agua, oxígeno y actividad bacteriana. (Vidales, 2020).

El DAM es agua contaminada producido por la oxidación de sulfuros metálicos, lo cual puede ser natural o por la presencia de la actividad minera, para su tratamiento se utilizan gravas de calcita con mayor frecuencia; pero la calcita no elimina con mayor efectividad los metales divalentes como: Zn, Mn, Cu, Pb, Ni, Cd, Co, etc, por lo expuesto se requieren nuevos diseños de tratamiento de aguas con altas concentraciones de metales. Actualmente la tecnología pasiva eficiente para tratar el DAM es el sustrato alcalino disperso (DAS), el cual se basa en la disolución de arena caliza (DAS-calizo) que llega a eliminar metales trivalentes como él (Fe y Al); y para la retención de metales divalentes (Zn, Mn, Cd, Co y Ni), se utiliza la disolución de óxido magnésico tamaño polvo (DAS magnésico) y con la finalidad de tener un tratamiento óptimo del pasivo se desarrolla un experimento Sustrato Alcalino Disperso (DAS), que implica uso de caliza, óxido de magnesio y virutas de madera capaz de retirar contaminantes metálicos, elevar el pH y evaluar las principales propiedades de: conductividad, STD, oxígeno

disuelto, y turbidez, el investigador propuso demostrar el funcionamiento y el intervalo de tiempo que requiere el proceso para llevar el drenaje ácido de mina a agua tipo III, según se encuentra establecido en el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM. (Sánchez-Castillo & Sánchez-Espinoza , 2019).

“Las barreras permeables reactivas (BPR) son un sistema de tratamiento de aguas subterráneas usado en la descontaminación del drenaje ácido de minas. En esta tecnología, el material reactivo se dispone como barrera en el subsuelo, y el sulfato, los metales y la acidez son removidos por la actividad metabólica de los microorganismos reductores de sulfato (MRS). Los sustratos de las BPR deben ser económicos y proporcionar materia orgánica que favorezca el crecimiento de microorganismos. En esta investigación, usando reactores de operación discontinua, se evaluó la actividad de los MRS en 10 mezclas orgánicas con distintas proporciones de biosólidos provenientes de una planta de tratamiento de aguas residuales, tejido óseo de peces, compost de corteza y hierro cero valente. Las mezclas se incubaron a  $30 \pm 2$  °C durante 47 días. Como indicación de la reducción de sulfato se determinó pH,  $H_2 S$ ,  $SO_4^{2-}$ , potencial redox y alcalinidad. La cuantificación de los microorganismos totales se realizó por epifluorescencia usando DAPI y los MRS fueron cuantificados por NMP. Los resultados químicos y microbiológicos indicaron que las mezclas con mayor proporción de compost y con presencia de biosólidos y de hierro cero valente presentaron mayor actividad de los MRS. Los reactores con una sola fuente de materia orgánica mostraron los menores efectos en el tratamiento del drenaje ácido”. (Pérez, Schwarz , & Urrutia, 2017)

La investigación se realizó con la finalidad de evaluar las aguas superficiales y determinar la concentración de metales, pH, conductividad y turbidez de acuerdo al análisis físico – químico, si existe contaminantes en el Río Grande que une la quebrada Quishuar - San José, en ello se a cabo el análisis de agua por medio de toma de muestras en cuatro puntos distintos cada 1 Km., de distancia, 1ra (Río Grande), 2da. (quebrada Quishuar), 3ra (unión de los dos) y 4to en (intersección de caudales), concluyendo que los minerales analizados en época de sequía, excede en los límites del ECA I y ECA III, por lo que el agua no es recomendable para potabilizar, tampoco para riego de vegetales y menos para bebida de animales; pero en época de lluvia la concentración de aluminio disminuye fuertemente por la dilución, haciendo que los valores estén por debajo del ECA establecido, por lo tanto se puede recomendar para el uso de potabilización, riego y bebida de animales. (Becerra Ortiz & Quiliche Raico, 2019).

“Se aplicaron métodos empíricos y teóricos de la investigación científica y la metodología de Gómez-Orea (2003) para la valoración de los impactos. El cumplimiento del objetivo se logró a través de la descripción de la línea base ambiental del área de estudio, el análisis de las características del proyecto de explotación, la identificación y valoración de los impactos ambientales y la elaboración de medidas generales de mitigación de los impactos negativos. Como resultado del trabajo se identifican y evalúan 65 impactos ambientales productos del desarrollo del proyecto de explotación de plomo y zinc del yacimiento Castellano, de ellos 32 positivos y 33 negativos, clasificados 8 de Muy Altos y 20 de Altos”. (Moreno, 2017).

La actividad minera generan mayor impacto al ambiente (suelo, aire y agua), por ello está regulada para los cuerpos receptores y se aplican los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), donde se establecen los parámetros físico-químicos, inorgánicos, microbiológicos y parasitológicos para determinar si la calidad del agua es buena o mala; en caso del río Torres presenta buena calidad lo que indica que hay cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental a pesar de la influencia de la mina Huanzala en el área de estudio y como resultado se estableció que los parámetros se encuentran en la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales en las estaciones CR-01, CR-02, CR-04, CR-07 y CR-08 mientras que en las estaciones CR05, CR-06 y CR-09 no cumplen, porque los tratamientos implementados no son adecuados para precipitar el manganeso lo cual supera el estándar de calidad ambiental, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales. (HUERTA, 2019)

“El drenaje ácido de mina constituye una poderosa fuente de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Para el tratamiento del drenaje ácido de mina, existen métodos activos y pasivos, estos últimos comprenden los humedales artificiales, los cuales vienen siendo usados en países industrializados, obteniéndose resultados interesantes. Es importante conocer las características, tipos, procesos físicos, químicos y biológicos; elección, diseño y construcción de los humedales artificiales; así como sus ventajas y desventajas para su aplicación en el tratamiento del drenaje ácido de minas. Por ello, se realizó la revisión de 119 publicaciones, organizándola por temas comunes. Los humedales artificiales muestran ser una buena alternativa en el tratamiento del drenaje ácido de mina; sin embargo, se debe considerar factores como dimensión, el diseño, la elección

planta – bacteria y las condiciones climatológicas para su aplicación. El humedal anaerobio es más eficiente en la reducción de acidez y metales pesados, asimismo el humedal de flujo subsuperficial muestra ser más adecuado para el tratamiento del DAM”. (Denegri-Muñoz & Iannacone, 2020).

La actividad minera genera impactos ambientales y sociales sin importar donde ocurra, tiempos atrás no se realizaba el cierre de las minas porque no existían normas para dicho proceso, solo se abandonaban y formaban los llamados pasivos ambientales mineros (PAMs), en la Comunidad de Condoraque se encuentra la mina Palca XI donde se producía tungsteno en el pasado y ello constituyen un riesgo permanente y potencial para personas, el ambiente y las actividades económicas de la comunidad, en tal sentido el objetivo del proyecto fue la evaluación simplificada de riesgos por contaminación, identificándose siete PAMs de donde el drenaje ácido fluye a la napa freática, afectando a la vida acuática de forma moderada que la vida terrestre (personas) y despreciable para la agricultura y ganadería, la relavera y el botadero de desmonte presentan una ocurrencia medio, mientras que el bofedal presenta impactos negativos causados por el drenaje ácido, por lo cual el investigador recomienda la evaluación detallado de las personas, bofedales, fauna terrestre, fauna acuática y la ganadera de la zona. (Cuentas Alvarado, Velasquez Viza, Arizaca Avalos, & Huisa Mamani, 2019).

Los drenajes ácidos de mina (DAM) son producido por la oxidación de minerales sulfurosos, proceso que ocurre aún tras el cierre y abandono de las minas; con relación al problema del DAM se realizaron muchas investigaciones con el

propósito de identificar sus características y el análisis de la reflectancia espectral con el apoyo de muestreos de aguas y de sedimentos, es la metodología de mayor uso en Estados Unidos y España, según el tipo de la actividad minera. En el trabajo el investigador analizó el pH, la composición mineralógica y reflectancia espectral de sedimentos en minería aurífera, con propósito de determinar los sedimentos y su rango de pH, mediante imágenes satelitales de áreas afectadas por DAM, obteniendo resultados de la precipitación de óxidos de hierro asociados a su pH, donde los sedimentos de pH ácido presentan mayor reflectancia que los sedimentos de pH neutro a alcalino, en intervalo espectral de 375 a 935 nm, esa diferencia de reflectancia hizo la separación de sedimentos según su pH e identificar los drenajes con problemas de acidez en la zona de estudio. (Cano, 2015).

El estudio de reducir los contaminantes de la cancha de relave de planta concentradora Santa Rosa de Jangas, para determinar el procedimiento de remediación y cumplir los límites máximos permisibles para descargar al Rio Santa, el investigador procedió con muestreo del relave, diseño del equipo de lixiviabilidad, análisis de la muestra inicial de DAR, obteniendo que los valores estuvieron por encima de los límites máximos permisibles (Al = 0.290, As = 7.210, Cd < 0.002, Fe = 2.390, Hg < 0.025, Pb < 0.010) mg/l, con un pH = 6.91, oxígeno disuelto 3.80 mg/l y conductividad 10925 uScm<sup>-1</sup>, cuyos resultados fueron de alto riesgo ambiental sobre el Rio Santa, por lo que realizo la remediación del drenaje ácido del relave en pilas en laboratorio utilizando la caliza, aserrín y estiércol de corral (cuy); obteniendo resultados por debajo de los Límites máximos permitidos que son: (Al < 0.020, As < 0.010, Cd < 0.002, Fe < 0.005, Hg < 0.025, Pb < 0.010)



mg/l con pH = 8.5, oxígeno disuelto 1.89 mg/l, conductividad 5040 uScm<sup>-1</sup>, con lo que demostró que el diseño del equipo y el proceso de remediación del DAR a nivel de laboratorio si fue un éxito. (Pérez Falcón, Ruiz Castro, & Aramburú Rojas, 2020).

La minería almacena gran cantidad de residuos sólidos (desmontes) y relaves, ellos tiene contacto con sulfuros, la atmósfera y agua, iniciando procesos de transformaciones físicas, químicas y biológicas, que dan origen a la generación de drenajes ácidos de mina, la velocidad de generación ácida depender de una serie de factores: las características fisicoquímicas, macizo rocoso excavado, condiciones de almacenamiento de materiales y residuos sólidos, contacto con agua y aire, por lo que se debe de reducir el DAM desde la etapa inicial hasta el cierre de la actividad minera, además hacer uso racional de los recursos y el aprovechamiento de estos residuos mineros, mediante estudios de caracterización geoquímica de la roca excavada y su comportamiento, permitiendo la predicción de calidad del DAM, mediante ensayos estáticos donde se determina el potencial ácido/base de los materiales o ensayos cinéticos (métodos de lixiviación) insitu o en laboratorio en condiciones ambientales de campo (físicas, químicas y biológicas), para ello el investigador describe en el trabajo las mejores técnicas en prevención, caracterización y control de la generación ácida, manejo de materiales (rocas excavadas) y residuos mineros (desmontes y relaves). (Aduviri, 2019).

### 2.1.2. Definición de Términos

**Afluentes.** - Río secundario que lleva sus aguas a otro mayor o principal.

**Biosólidos.** - Son residuos orgánicos sólidos, semisólidos o líquidos que resultan del tratamiento de las aguas residuales procesadas, por su alto valor nutricional pueden usarse en agricultura y jardinería para el crecimiento de las plantas y cultivos.

**Bofedal.** - Es el nombre local que se utiliza para describir varios tipos de comunidades vegetales de humedal en los Andes peruanos, cuya característica principal es la humedad edáfica constante durante todo el año.

**Barreras reactivas permeables (PRB).** - Son paredes que se construyen bajo la superficie del terreno para eliminar la contaminación de las aguas subterráneas.

**Bacterias Sulfato-Reductoras (BSR).** - Son microorganismos anaerobios obligados, metabólicamente versátiles provenientes de varias familias y diferentes géneros, utilizan sulfato u otros compuestos oxidados de azufre como aceptor final de electrones (agente oxidante) para la producción de  $H_2 S$ .

**Calidad Ambiental.** – Representa las características cualitativas y/o cuantitativas inherentes al ambiente en general o medio particular, y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas

**Conductividad.** – Es la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica, y está directamente relacionada con la concentración de sales disueltas en el agua.

**Contaminación del agua.** - Es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consuma esa agua, cuando los seres humanos beben el agua contaminada tienen a menudo problemas de salud.

**Drenaje ácido de minas (DAM).** - Es la formación de aguas ácidas, ricas en sulfatos y metales pesados, ello es provocado por la lixiviación de sulfuros metálicos, en especial de la pirita presente en el mineral.

**Humedal artificial.** – Son zonas construidas por el hombre en las que se reproducen, de manera controlada, los procesos físicos, químicos y biológicos de eliminación de contaminantes que ocurren normalmente en los humedales.

**Límites máximos permisibles del agua.** - Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

**Napa freática.** - Son capas de agua subterránea ubicadas a diferentes alturas en el perfil del subsuelo, estas son susceptibles de ser alcanzadas por contaminantes de diversa naturaleza: orgánica, inorgánica, etc.

**Oxígeno disuelto en agua (OD).** - Es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua, es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas, y otros organismos; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática.

**Residuos mineros.** - Es el residuo sólido, acuoso o en pasta, producido por la industria extractiva, compuesta por todos los establecimientos y empresas que practican la extracción en superficie o subterránea de recursos minerales, con fines comerciales, incluida la extracción mediante perforación o el tratamiento de la materia extraída

**Turbidez.** - Es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión, cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez.

### **2.1.3. Fundamentación Teórica**

#### **2.1.3.1. Drenaje ácido de mina (DAM)**

Es un fenómeno natural de un escurrimiento contaminado formado por una reacción química entre el aire, el agua y las rocas que contienen minerales sulfuros de pirita ( $\text{FeS}_2$ ), que se producen en las minas subterráneas, a cielo abierto y diferentes pasivos ambientales abandonados que se encuentran a lo largo del Perú y otros lugares del Mundo, los cuales son fuentes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas que se encuentran en su entorno, de manera particular en la Quebrada Ancush, perteneciente a la comunidad de Acoyo-Subsector Ocshapampa, distrito de Pamparomas y provincia de Huaylas, donde el DAM llega a descargarse al Río Loco en épocas de invierno, afectando a la Comunidad Campesina de Acoyo-Subsector Ocshapampa, la Comunidad Santa Rosa de Kicayan y Comunidad Campesina 24 de Junio de Carap, porque ellos utilizan las aguas del río Loco para la agricultura, ganadería y en algunos casos de consumo humano. (CHIPANA, 2019).

#### **2.1.3.8. Caracterización de aguas ácidas de mina**

Para la caracterización del drenaje ácido de la mina Esmeralda en el municipio de Quipama-Bocaya, el investigador realizó tomas de muestra in situ en el interior de la mina y las descargas, de los cuales ha obtenido que las aguas del drenaje interior mina presentaron transformaciones físicas, químicas y biológicas, presentando aniones y cationes en disolución en elevadas concentraciones de  $\text{SO}_4$ , Fe, Al, Ca. (Nieves Pimiento & Solano Figueroa, 2017).

La caracterización del efluente minero es importante y necesaria para poder dar soluciones óptimas y adecuadas al problema del efluente, para ello el investigador a considerado las aguas de mina UM Huarón y ha determinado cuales son los contaminantes que estén con altas concentraciones y sobrepasando las normativas ambientales, para lo cual opto el método de tratamiento con dosificación de reactivo alcalino para remover los contaminantes a tratar y en la caracterización del efluente ha considerado los parámetros en campo de:

- pH
- Temperatura
- Conductividad
- OD. (CHIPANA, 2019).

#### **2.1.3.9. Factores influentes en la formación del DAM**

Una variable muy importante es la velocidad de reacción ya que, si el proceso es lento, el efecto sobre el medio se considera despreciable, sin embargo, el problema se agrava cuando la generación de residuos líquidos es rápida contaminando el entorno. (Aduvire, 2006).

El DAM se puede producir debido a factores como el agua, pH, oxígeno, minerales sulfurados, entre otros y el transporte se produce por la infiltración del agua de lluvia y por esorrentías superficiales, pudiendo llegar a cuerpos de agua tanto en la superficie como subterráneos así causando a su paso impactos graves sobre flora y fauna; entre los factores

principales que influyen en la formación del DAM, se pueden indicar: mineralogía, hidrología y procesos de neutralización. (Daniel, 2017)

**a) Mineralogía.** – Uno de los factores geológicos que fluyen en la cantidad de ácido generada es la cantidad de minerales y sobre todo los minerales de sulfuro presentes, tales como: ZnS, PbS, CuS, los cuales no pueden producir ácido a través del mecanismo directo de oxidación (oxígeno); pero pueden generar acidez por acción del  $Fe^{+3}$ , los sulfuros de estequiometría  $MS_2$ , como la pirita producen más protones mediante procesos de oxidación con cualquier clase de oxidante, mientras se forman y precipitan minerales del tipo  $MSO_4$ . (Chile, 2002)

**b) Hidrología.** - Aquí podemos indicar los siguientes:

**1) Factores hidrológicos primarios:** Es la disponibilidad del agua en la oxidación de minerales sulfurados, ya que se relaciona de forma directa en porcentaje de saturación de agua de los residuos del mineral y la cantidad de residuos mineros, además este factor depende de la actividad microbiana, equilibrio férrico/ferroso, pH inicial y condiciones climáticas. (Chile, 2002).

**2) Factores hidrológicos secundarios:** El DAM produce una solución de reactividad, la cual lixivia metales desde un amplio rango de minerales primarios y secundarios, aumentando los sólidos disueltos, ya que precipitan metales, en los sólidos disueltos en el agua se encuentran algunas especies químicas, las cuales tienen diferente solubilidad, característica química y movilidad. (Chile, 2002).

**3) Factores hidrológicos terciarios:** Aquí se consideran:

- Factores climáticos que involucran valores de precipitaciones, evaporación y sublimación, la fusión del hielo y nieve, la humedad y el caudal.
  - Potencia de migración o transporte de contaminantes en el medio ambiente receptor, donde los contaminantes presentes en el DAM, pueden migrar a través del caudal de aguas arriba y aguas debajo de la fuente, pueden penetrar el suelo a través de percolación.
  - La hidrogeología del yacimiento incluye las porosidades, las permeabilidades y la transmisibilidad de las rocas huéspedes.
  - La permeabilidad y conductividad hidráulica es la capacidad de una roca o un medio para transmitir un fluido como el agua que puede transportar contaminantes.
- c) La química natural y el caudal de dilución de los cuerpos de agua receptores influye en el consumo de los productos de oxidación y en la determinación del impacto del drenaje ácido, una vez que este interactúa con ríos, arroyos y lagos. (Chile, 2002).

#### **2.1.3.10. Impactos ambientales**

El hombre en su deseo de satisfacer necesidades ha generado impactos negativos en el ambiente, por el caso del DAM, la cual contamina aguas superficiales y subterráneas, así mismo destruye los suelos naturales y crea nuevos suelos (antrosolos) que presentan limitaciones físicas, químicas y biológicas, dificultando la revegetación de la flora y fauna.

El DAM, origina los lixiviados altamente contaminantes por sus elevada acidez y concentraciones altas de sulfatos, metales y metaloides:  $Fe^{+3}$ ,

$Al^{+3}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  y otros, los cuales al incorporarse en el sistema hídrico contaminan el medio cercano y causa problemas ambientales graves, los metales disueltos en el agua son asimilados por los organismos vivos por ingesta e ingresan en la cadena alimenticia bioacumulándose y persistiendo muchos años.

La presencia del DAM en un cuerpo de agua se nota debido a su coloración anaranjada debido al hidróxido férrico ( $Fe(OH)_3$ ) y afectan a los macroinvertebrados; en caso de usar el agua contaminada con DAM para riego, los metales disueltos precipitan en forma de sulfatos metálicos, además al exponerse al aire se oxidan y generan pH bajo, los metales en forma iónica son de fácil disponibilidad, razón por la cual son muy tóxicos para los cultivos y áreas de pastoreo.

El impacto mayor del DAM es sobre los cuerpos hídricos de agua dulce (ríos), donde al ingresar los bicarbonatos presentes y disminuye el pH a niveles ácidos de 4 – 5, originando una falla en el balance ácido base en los organismos. (Daniel, 2017)

#### **2.1.3.11. Metales pesados en la salud humana**

Los metales pesados que son introducidos por el DAM en el agua, se bioacumulan y se introducen en la cadena alimenticia, cuya concentración aumenta al aumentar el nivel de la cadena alimenticia generando una biomagnificación de los contaminantes, toda vez que los seres vivos no son capaces de degradar los metales, solo acumulan en su organismo; lo cual ocurre mayormente en las poblaciones que se alimentan de peces, usan el agua para riego o consumen. (Daniel, 2017)



Por la falta de empresas prestadoras de servicios de agua potable en la Comunidad Campesina de Acoyo-Subsector Ocshapampa y en vista de que el DAM de la Quebrada Ancush Uran fluye al río Loco, es de mi interés la caracterización del DAM que descarga al río Loco, a fin de proponer la alternativa de tratamiento adecuado y evitar la presencia de los metales pesados en la salud humana.

#### **2.1.3.12. Tratamiento del drenaje ácido de mina**

El tratamiento del DAM comprende dos estrategias, una para prevenir mediante adopción de medidas antes de iniciar la extracción y otra para corregir que se realizan después del proceso de producción. (Aduvire, 2006).

Existen dos métodos de tratamiento del DAM, que son:

- a) **Método de tratamiento activo.** - Se realiza mediante a la adición de sustancias alcalinas como cal y soda caustica, el tratamiento químico comprende en neutralizar la acidez del agua, la precipitación de los metales pesados y el  $\text{SO}_4$  se realiza en forma de hidróxidos a un pH de 8.5 a 10.0 y eliminación de sustancias contaminantes como sólidos en suspensión y otros; la neutralización y precipitación con lechada de cal es el método más usado y de menor costo
- b) **Método pasivo.** - Se realiza con la intervención del hombre como, a través de los humedales, drenajes anóxicos, sistema de producción de alcalinidad y otros. (Lima, 2019)

#### **2.1.3.13. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Disposiciones Complementarias**

## ➤ **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**

### **Artículo 1.- Objeto de la norma**

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

### **Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

### **Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

#### **3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional**

##### **a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

##### **- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- **A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- **A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

**b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la

tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

**- B1. Contacto primario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

**- B2. Contacto secundario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

**3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**

**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

**b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e

indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

**c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

**d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

**3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

**- Agua para riego no restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto;

parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

**- Agua para riego restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

**b) Subcategoría D2: Bebida de animales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

## CATEGORIA I: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

Tabla 4: Subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FISICOS-QUIMICOS</b>				
Cianuro Wad	mg/L	0.08	0.08	0.08
Conductividad	(uS/cm)	1500	1600	**
Dureza	mg/L	500	**	**
Potencial de hidrogeno (pH)	Unid. pH	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	5.5 - 9.0
Solidos Totales	mg/L	1000	1000	1500
Temperatura	°C	23	Δ3	**
<b>INORGANICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0.9	5	5
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.15
Cadmio	mg/L	0.003	0.005	0.01
Calcio	mg/L	200		
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo	mg/L	0.05	0.05	0.05
Hierro	mg/L	0.3	1	5
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.002
Molibdeno	mg/L	0.07	**	**
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05
Zinc	mg/L	3	5	5

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

### CATEGORIA III: Riego de vegetales y bebidas de animales

Tabla 5: ECA III (Riego de vegetales y bebidas de animales) - Subcategoría D1- D2

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Aguas para riego no restringido ( c )	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FISICOS-QUIMICOS</b>				
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1
Conductividad	(uS/cm)	2500		5000
Potencial de hidrogeno (pH)	Unid. pH	6.5 - 8.5		6.5 - 8.4
Solidos Totales	mg/L	500		500
Temperatura	°C	15		15
<b>INORGANICOS</b>				
Alumino	mg/L	5		5
Arsenico	mg/L	0.1		0.2
Cadmio	mg/L	0.01		0.05
Calcio	mg/L	200		
Cobre	mg/L	0.2		0.5
Cromo	mg/L	0.1		1
Hierro	mg/L	5		**
Magnesio	mg/L	100		250
Mercurio	mg/L	0.001		0.01
Plomo	mg/L	0.05		0.05
Zinc	mg/L	2		24

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta

Subcategoría

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual

multianual del área evaluada. (REPÚBLICA, 2017)



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. El Problema**

##### **3.1.1. Descripción de la Realidad Problemática**

El drenaje ácido producido por las actividades mineras o pasivos ambientales es difícil de controlar y es costoso su tratamiento debido a sus propiedades tóxicas sobre la flora, fauna y fuentes de agua subterráneas y superficiales, los cuales se manifiestan en contaminación de los cauces de los ríos en los diferentes lugares de nuestro país, como en este caso particular el drenaje ácido de la mina Ancush Tranka está en etapas iniciales de contaminación al río Loco, por lo cual es necesario realizar la caracterización física y química del drenaje ácido y realizar la mitigación oportuna correspondiente a través del cierre definitivo de la mina abandonada y/o tratamientos aeróbicos mediante los humedales naturales a fin de que los recursos naturales y las actividades económicas de la Comunidad Campesina de Acoyo – Subsector Ocshapampa y otros no sean afectados gradualmente.

##### **3.1.2. Planteamiento y Formulación del Problema**

En la actualidad uno de los problemas que generan mayores conflictos sociales y contaminan el agua es el DAM, ello perjudica el desarrollo de muchos proyectos mineros dentro del territorio peruano y requiere una atención especial y con causa de conocimiento de la existencia de la mina Ancush Tranka ubicada en la Quebrada Ancush Uran, me he propuesto a desarrollar el trabajo de investigación

Caracterización del Drenaje Acido de la Mina Ancush Tranka y su Impacto al Rio Loco – Pamparomas, con el objetivo de identificar las características físicas y químicas del drenaje acido de la mina Ancush Tranka y realizar las comparaciones de la calidad del agua que llegan al rio Loco ubicado en la comunidad campesina de Acoyo-Subsector Ocshapampa, el distrito de Huaylas, provincia de Pamparomas, a fin de determinar el nivel de contaminación por la presencia de metales, pH, conductividad, turbidez, etc, con la finalidad de tomar las medidas preventivas y evitar la contaminación continua al rio Loco, porque estas aguas son limpias y sirven para riego, consumo de animales y en algunos casos consumo humano.

### **3.1.5. Identificación y Selección del Problema**

Los comuneros de la Comunidad Campesina de Acoyo-Subsector Ocshapampa, se encuentran muy preocupados por el incremento del drenaje acido de la mina abandonado Ancush Tranka, porque en época de invierno se incrementa su caudal llegando hasta el rio Loco, por tal motivo y en mi condición de hijo de un comunero de la zona, además conocedor de los efectos negativos del drenaje acido de mina a través de mi formación profesional, he seleccionado realizar la Caracterización del Drenaje Acido de la Mina Ancush Tranka y su Impacto al Rio Loco en el distrito de Pamparomas, por medio de la cual ayudare a mi comunidad a conocer con fundamento el grado de contaminación que se presenta en la Quebrada Ancush Uran y el impacto al rio Loco, así mismo presentar alternativas de mitigación preventiva.

### **3.1.6. Formulación Interrogativa del Problema General**

¿Como caracterizar el drenaje acido de la mina Ancush Tranka y su impacto al rio Loco – Pamparomas?

#### **3.1.6.1. Formulación de Problemas específicos**

- 1) ¿Cómo identificar y establecer los puntos de muestreo del drenaje acido en la quebrada Ancush Uran?
- 2) ¿Cómo caracterizar el drenaje acido de la mina Ancush Tranka?
- 3) ¿Por qué determinar el nivel de impacto al Rio Loco?
- 4) ¿Cuál es la alternativa de mitigación del drenaje acido de mina?

### **3.1.5. Objetivos**

#### **3.1.5.1. Objetivo General**

Caracterizar el drenaje acido de la mina Ancush Tranka y su impacto al rio Loco – Pamparomas, mediante toma de muestras y su respectivo análisis.

#### **3.1.5.2. Objetivos Específicos**

- 1) Identificar y establecer los puntos de muestreo del drenaje acido en la quebrada Ancush Uran.
- 2) Caracterizar el drenaje acido de la mina Ancush Tranka.
- 3) Determinar el nivel de impacto al Rio Loco.
- 4) Presentar alternativas de mitigación del drenaje acido de mina.

### **3.1.6. Justificación de la Investigación**

La identificación de los puntos de muestreo y toma de muestras del drenaje ácido de la mina Ancush Tranka para realizar su respectiva caracterización física y química, es factible realizar en la Quebrada Ancush Uran, porque soy un poblador de la zona y es de mucho interés para los comuneros de la Comunidad Campesina de Acoyo-Subsector Ocshapampa por lo que ellos utilizan el agua del Rio Loco y más afluentes en las actividades agrícolas, ganaderas y otras, en cuanto se determinan los componentes del drenaje ácido de la mina, se tomará medidas de mitigación para continuar descargando al Rio Loco o plantear otras alternativas de solución, así mismo debo precisar que la investigación es novedoso en vista de que hasta la fecha ninguna autoridad o empresa dio importancia de los efectos que causa el drenaje ácido en diferentes lugares de la Región Ancash y puntualmente en el distrito de Pamparomas, por todo lo expuesto considero que esta investigación será relevante en la Comunidad Campesina de Acoyo-Subsector Ocshapampa, distrito de Pamparomas, provincia de Huaylas.

### **3.1.7. Limitaciones**

La investigación ha realizar no cuenta con datos preliminares del drenaje ácido de la mina, así mismo el tiempo de permanencia en el área, la toma de muestras y el análisis para la caracterización es costoso; pero cuento con el apoyo moral de algunos pobladores del distrito para la cristalizar el trabajo.

### **3.1.8. Alcances de la Investigación**

Los resultados obtenidos de la investigación serán puestos a consideración de los comuneros de la Comunidad Campesina de Acoyo-subsector Ocshapampa y sus respectivas autoridades del distrito de Pamparomas, para que sociabilicen y de ser necesario realicen gestiones administrativas a nivel de la Región Ancash, para efectuar el tratamiento adecuado del drenaje ácido antes de ser descargado al Río Loco, así mismo considero que será un aporte académico para todos los futuros profesionales de ingeniería de Minas y otras localidades donde existen algunos pasivos ambientales de la misma naturaleza.

### **3.2. Hipótesis**

El drenaje ácido de las minas abandonadas de quebrada Ancush Tranka impactan negativamente al río Loco – Pamparomas.

### **3.3. Variables**

#### **3.3.1. Variable Independiente**

Drenaje ácido de mina

#### **3.3.2. Variable Dependiente**

Impacto al río Loco

### **3.4. Diseño de la Investigación**

#### **3.4.1. Tipo de Investigación**

La investigación a realizar será correlacional, porque mide el grado de relación entre variables de la población estudiada.

### **3.4.2. Nivel de Investigación**

La investigación a desarrollar será de nivel descriptivo, porque se describirá cualitativa y cuantitativamente las características del DAM tal como se presenta y con mediciones de mayor precisión (Campos, G. y Sosa, V, 2011)

### **3.4.3. Diseño de Investigación**

La investigación comprenderá la ubicación de los puntos de muestreo, muestreo, transporte, análisis, evaluación de resultados y planteamiento de sugerencias.

### **3.4.4. Población y Muestra**

#### **3.4.4.1. Población**

La población de la investigación fueron los efluentes del drenaje ácido generados por las minas de la Quebrada Ancush Uran, cuya descarga se acumula directo al río Loco.

#### **3.4.4.2. Muestra**

La muestra para el estudio fue dos (2) puntos, la labor Virgen del Carmen y Rosa Luz, según la ubicación de los puntos de muestreo detallados en la investigación y específicamente en época de invierno.

### **3.4.5. Técnicas, Instrumentos de Recolección de Datos**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos fueron:

- Revisión documental
- Observación
- Ubicación de puntos de muestreo
- Mapas
- Grabaciones de video

- Toma de muestras
- Rotulación de muestras
- Estadística de muestras
- Análisis de muestras.

#### **3.4.6. Forma de Tratamiento de los Datos.**

Los datos obtenidos fueron desarrollados en tablas, cuadros, gráficos, etc, de las muestras del drenaje ácido de mina y sus resultados, que al final se propone una alternativa de mitigar el impacto de contaminación al río Loco, para el beneficio de los comuneros quienes hacen uso de las aguas del río Loco, en consumo, riego y bebida de animales

#### **3.4.7. Forma de Análisis de las Informaciones.**

Se considero el detalle de los diferentes conceptos básicos y específicos sobre el tema, puntualizando la metodología, conclusiones y resultados obtenidos en la investigación, mediante el uso los programas de Excel, graficas, mapas, impresión, etc., a fin de demostrar la caracterización el drenaje ácido de la mina Ancush Tranka situada en la Quebrada Ancush Uran y sus respectivos impactos.

## CAPITULO IV

### RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1. Descripción de la Realidad y Procesamiento de Datos

La mina Ancush Tranka, descarga sus efluentes ácidos hacia el río Loco, siendo muy representativo en épocas de invierno y en el estadio de verano el río loco disminuye sus volumen, con lo cual se denota con mayor presencia el incremento de los efluentes ácidos de varias bocaminas hacia el río Loco, en vista de ello y como hijo de un comunero de la Comunidad Campesina de Acoyo – Subsector Ocshapampa, con causa de conocimiento e identificación de que mi comunidad utiliza las aguas del río Loco para el cultivo de sus productos, bebida de los animales y como agua potable, tome la decisión de realizar mi trabajo de investigación sobre la caracterización del drenaje ácido de la mina Ancush Tranka y su impacto al río Loco – Pamparomas, con la finalidad de conocer e informar a los integrantes de mi comunidad, que el agua del río Loco cumple con la Categoría I: Poblacional y recreacional y categoría III: Riego de vegetales y bebidas de animales, según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, para ello se ha determinado realizar muestreo de efluentes ácidos de dos (2) bocaminas que se encuentran a las orillas del río Loco (ver fotografías 2 y 3).

**a) La primera muestra tomada fue en el punto (PM-01), cuyas coordenadas son:**

E 184804.518

N 8980573.647

18L



Altitud: 4349 m.s.n.m

Caudal del efluente: 2 lt/ seg.

Distancia al rio: 15 m. aproximadamente.

Estado de la mina: inoperativo.



**Fotografía 2: Muestreo en el punto (PM-01)**

**b) La segunda muestra tomada fue en el punto (PM-02), cuyas coordenadas son:**

E 184478.216

N 8980454.464

18L

Altitud: 4286 m.s.n.m

Caudal del efluente: 5 lt/ seg.

Distancia al río: 20 m. aproximadamente.

Estado de la mina: inoperativo.



**Fotografía 3: Muestreo en el punto (PM-02)**



**Fotografía 4: Tomando lectura del pH y las coordenadas.**





**Fotografía 5: Lectura de pH in situ en el (PM-02)**

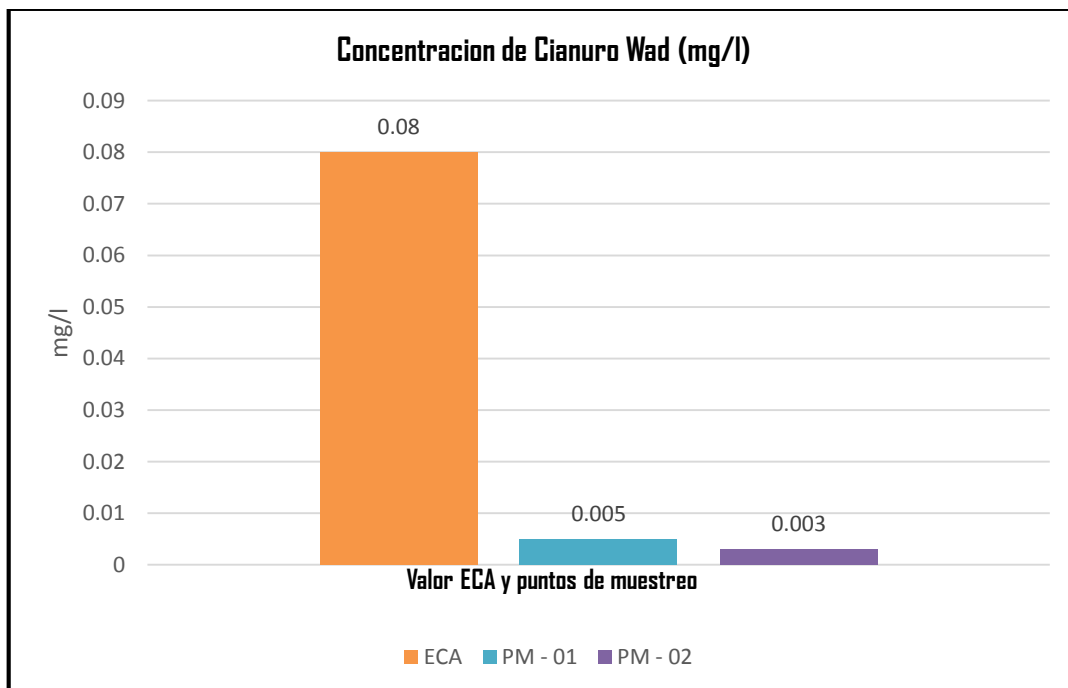
## 4.2. Análisis e Interpretación de la Información

### 4.2.1. Resultados de la concentración de los parámetros en el punto de muestreo PM-01, y PM-02, al costado del río Loco en tiempo de invierno, comparados con el ECA I (Poblacional y Recreacional) - Subcategoría A, CLASE A1

#### a) Parámetros Físicos-Químicos

Tabla 6: Resultados de la concentración de Cianuro Wad (mg/), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Cianuro Wad (mg/l)	0.08	0.005	0.003

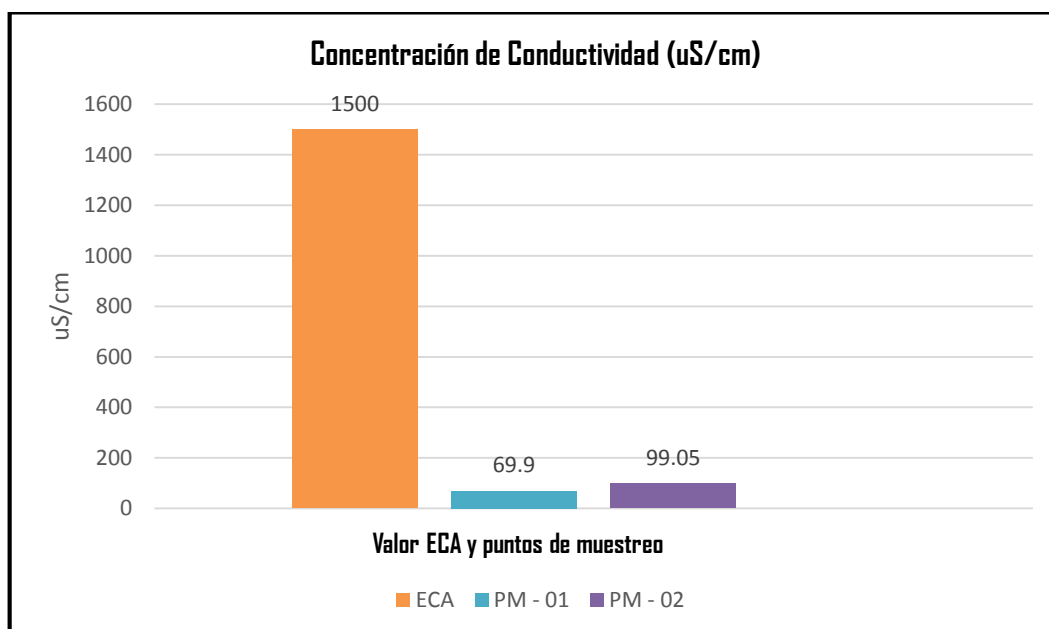


**Gráfico 1:** Comparación de resultados de Cianuro Wad en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

De acuerdo a los resultados determinados en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM, la concentración del cianuro wad en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del valor del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, por lo que se encuentra dentro del rango y la descarga al río Loco, no afecta la calidad del agua de la comunidad del Subsector Ocshapampa, cuyas aguas pueden ser potabilizadas con desinfección como lo vienen haciendo.

Tabla 7: Resultados de la concentración de Conductividad (uS/cm) en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Conductividad (uS/cm)	1500	69.9	99.05

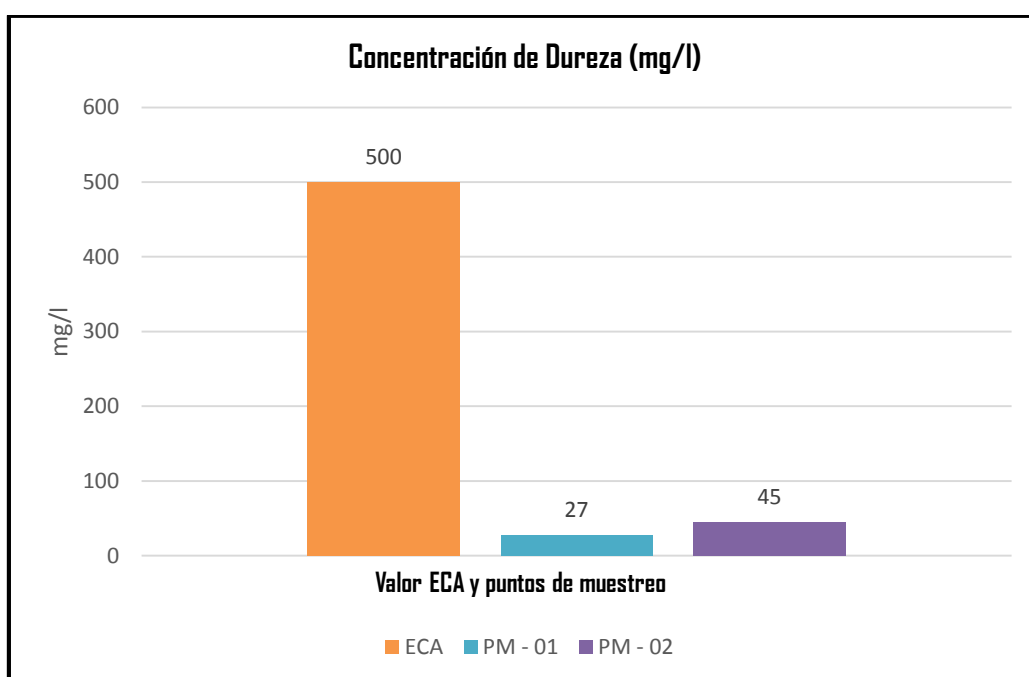


**Gráfico 2:** Comparación de resultados de Conductividad, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

Según los resultados determinados en el laboratorio, la concentración de la conductividad en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del valor del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, lo cual indica que es muy bajo; porque el LMP de conductividad del agua para consumo humano debe ser superior a 400 uS/cm.

Tabla 8: Resultados de la concentración de Dureza, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Dureza (mg/l)	500	27	45

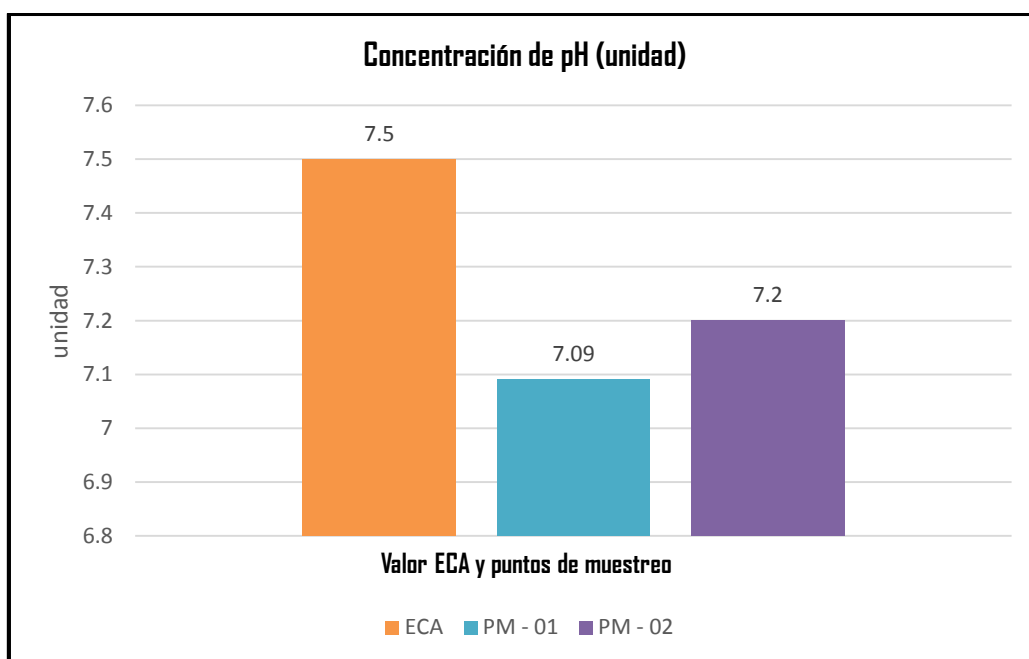


**Gráfico 3:** Comparación de resultados de Dureza, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

Según los resultados determinados en el laboratorio, la concentración de la conductividad en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del valor del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, lo cual indica que es muy bajo (falta la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones); porque el LMP de conductividad del agua para consumo humano debe ser superior a 1500 uS/cm.

Tabla 9: Resultados de la concentración de Dureza, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
pH (unidad)	7.5	7.09	7.2



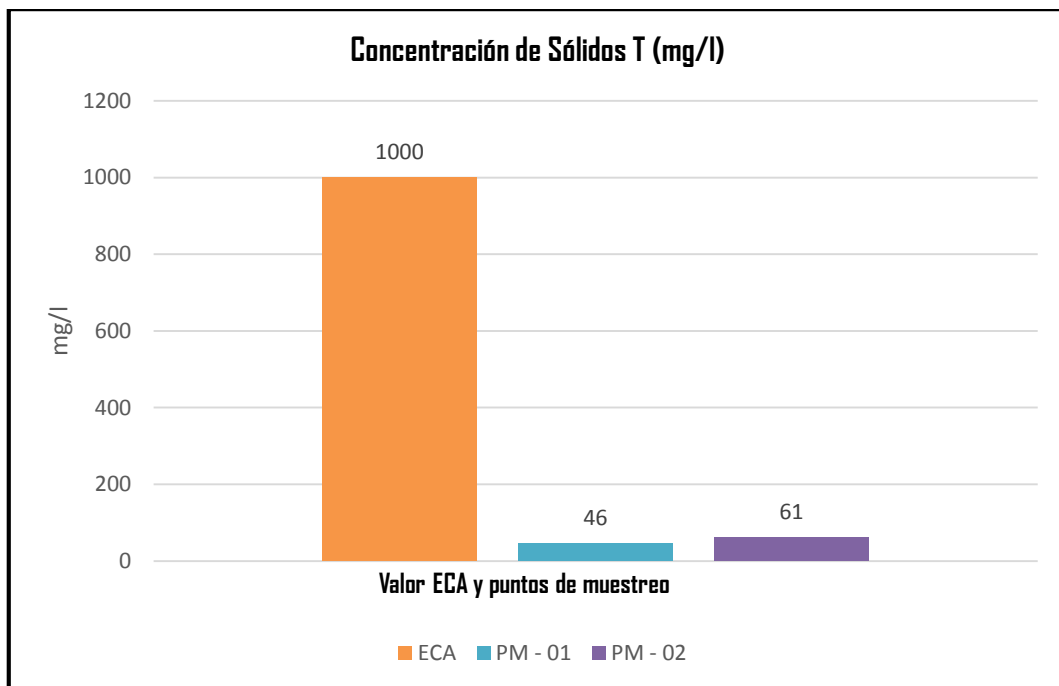
**Gráfico 4:** Comparación de resultados de Dureza, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.



Según los resultados determinados en el laboratorio, la concentración del pH en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del valor del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, lo cual indica que se encuentra en el rango adecuado y por ello se deduce que no afecta al río Loco en cuanto a la potabilización por desinfección del agua.

Tabla 10: Resultados de la concentración de Sólidos T, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Sólidos T (mg/l)	1000	46	61

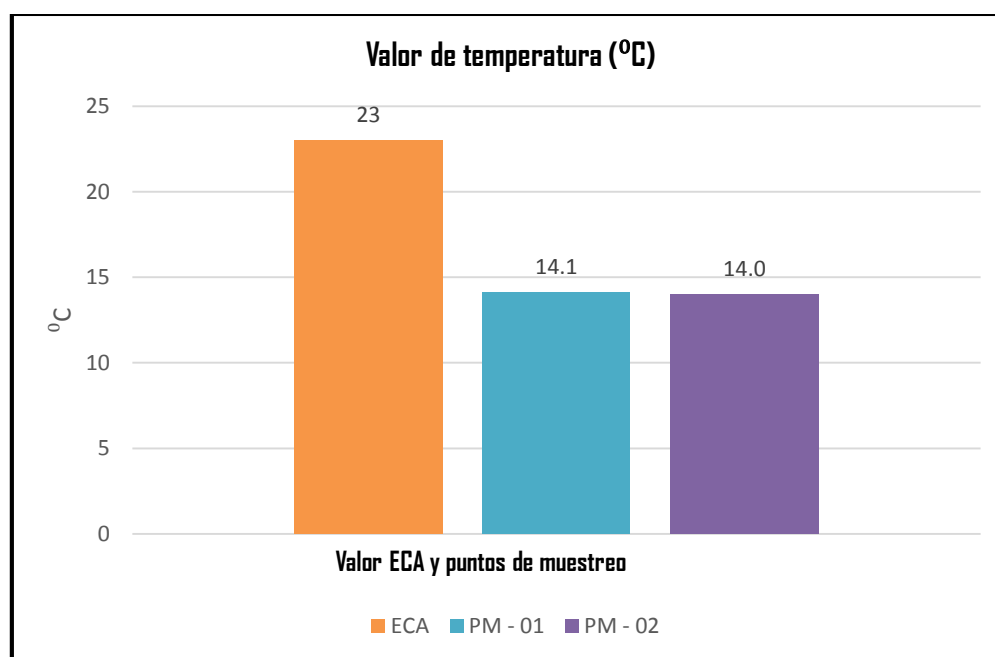


**Gráfico 5:** Comparación de resultados de Sólidos T , en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

De los resultados determinados en el laboratorio, la concentración de sólidos totales en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del valor del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, ello indica que al ser descargado al río Loco no afecta en cuanto a la potabilización por desinfección del agua, que consume la comunidad Subsector Ocshapampa.

Tabla 11: Resultados del valor de temperatura en ° C, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Temperatura (°C)	23	14.1	14.0



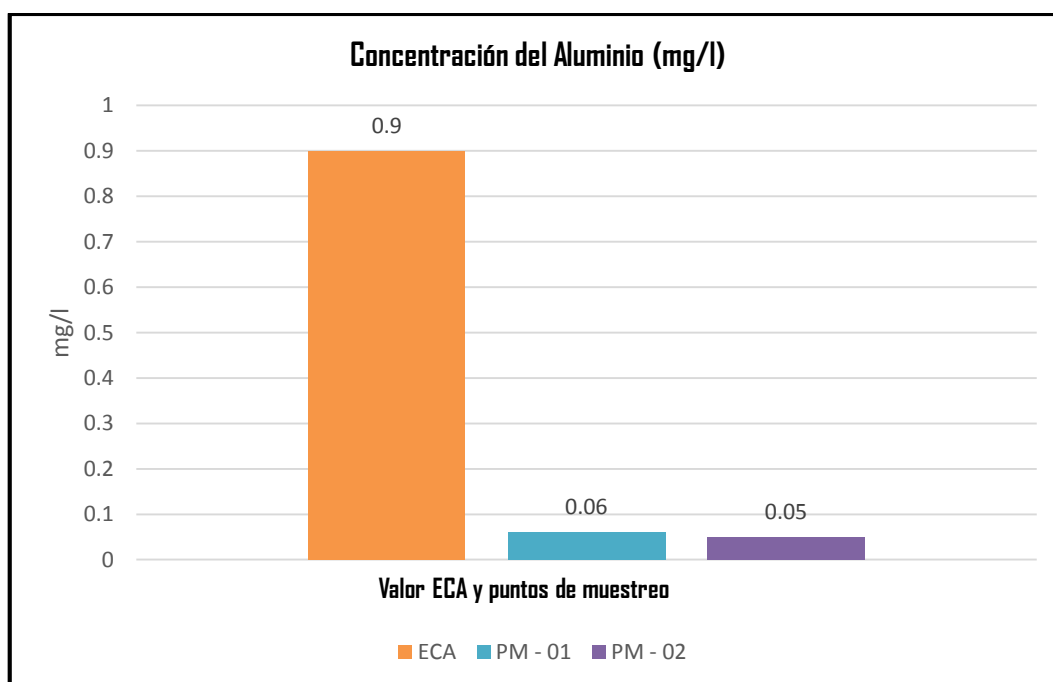
**Gráfico 6:** Comparación de resultados del valor de la temperatura, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

De los resultados determinados en el laboratorio, la lectura de la temperatura en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del valor del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, lo que indica estar cerca al rango y al ser descargado al río Loco no afecta mucho, toda vez que la T° promedio del agua para consumo humano debe oscilar entre 10 a 15 °C, a fin de ser potabilizado por desinfección del agua.

### b) Parámetros Inorgánicos.

Tabla 12: Resultados de la concentración del Aluminio (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Aluminio (mg/l)	0.9	0.06	0.05

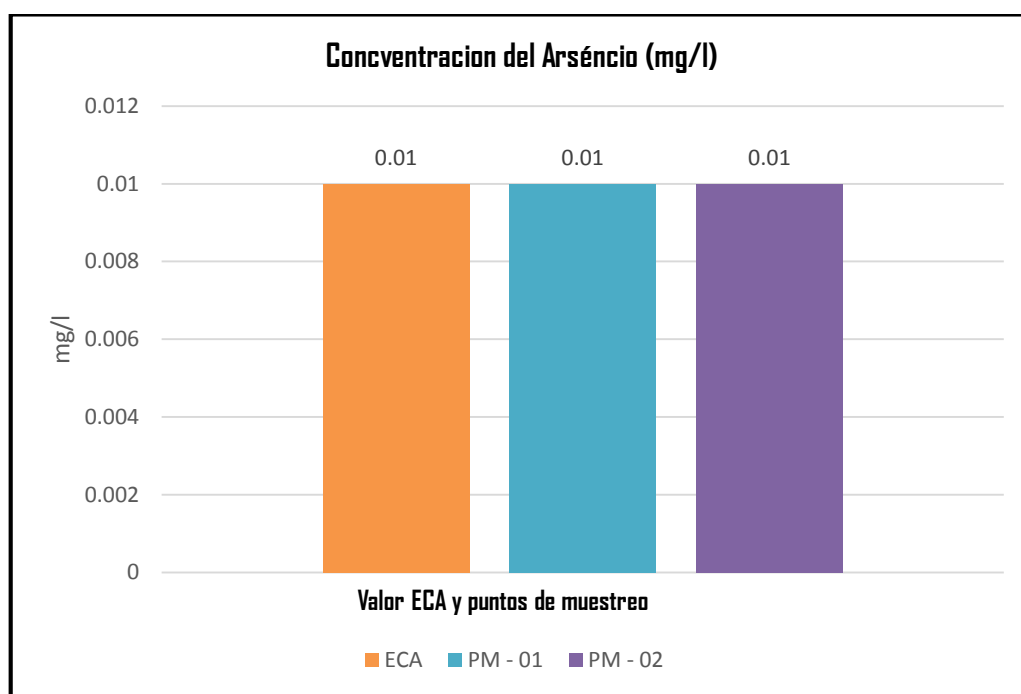


**Gráfico 7:** Comparación de resultados del aluminio, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

Según los resultados determinados en el laboratorio, la concentración del aluminio en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del valor del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, ello indica estar por debajo del ECA y al ser descargado al río Loco no afecta, la potabilización del agua por desinfección que consume la comunidad Subsector Ocshapampa.

Tabla 13: Resultados de la concentración del Arsénico (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

<b>Parámetros</b>	<b>ECA</b>	<b>PM - 01</b>	<b>PM - 02</b>
Arsénico (mg/l)	0.01	0.01	0.01

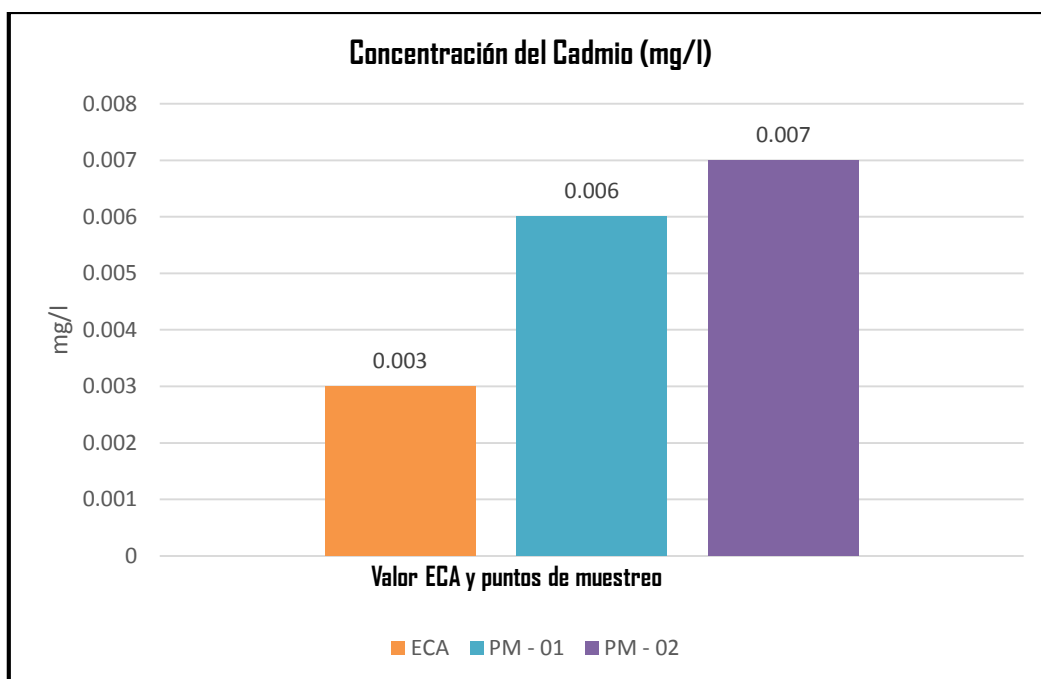


**Gráfico 8:** Comparación de resultados del arsénico, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

Según los resultados determinados en el laboratorio, la concentración del arsénico en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran en el límite del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, lo cual al ser descargado al río Loco puede afectar la potabilización del agua por desinfección que consume la comunidad Subsector Ocshapampa.

Tabla 14: Resultados de la concentración del Cadmio (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Cadmio (mg/l)	0.003	0.006	0.007

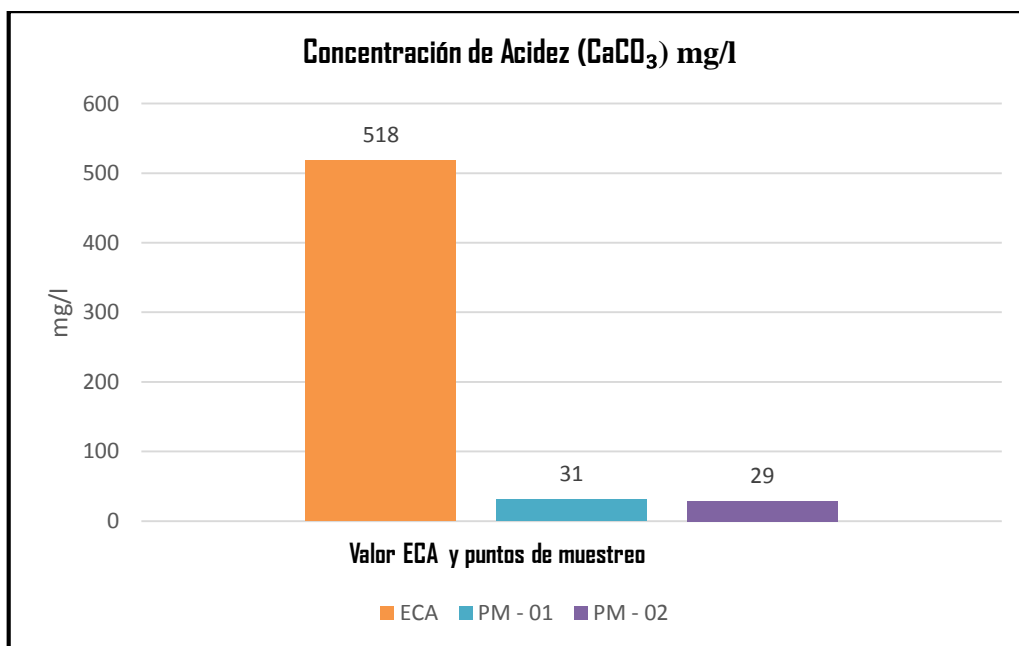


**Gráfico 9:** Comparación de resultados del cadmio, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

Los resultados determinados en el laboratorio de la concentración del cadmio en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por encima del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, lo que indica que al ser descargado al río Loco afecta al comunero del Subsector Ocshapampa y otros, porque el agua con niveles altos de cadmio produce irritación grave del estómago (vómitos y diarrea) y en algunos casos hasta la muerte.

Tabla 15: Resultados de la concentración de Acidez ( $\text{CaCO}_3$ ) mg/l, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
$\text{CaCO}_3$ (mg/l)	518	31	29

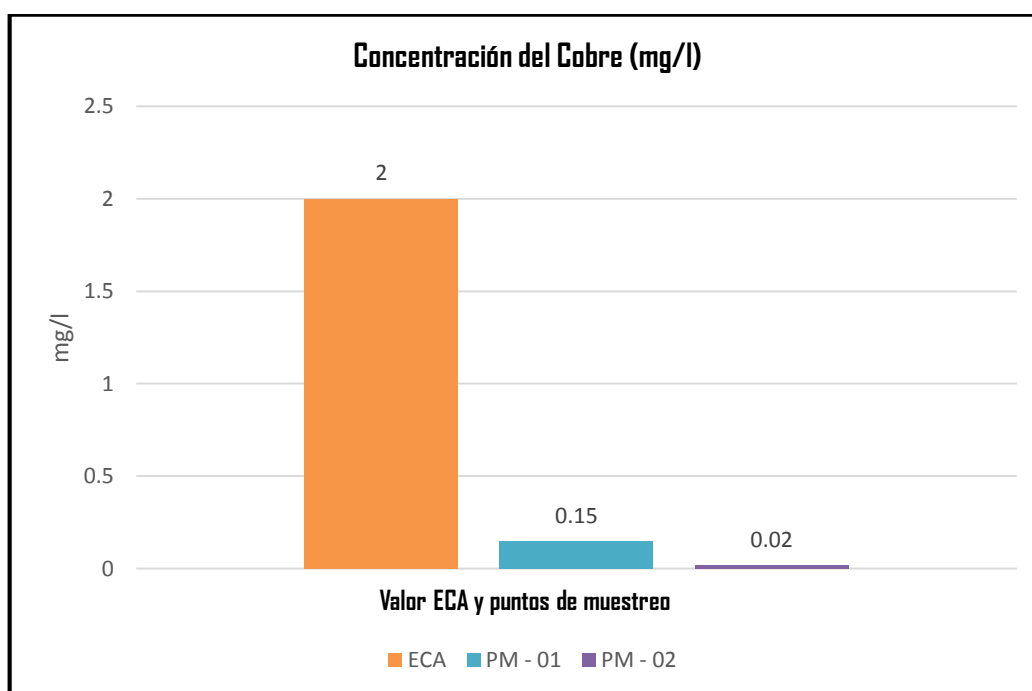


**Gráfico 10:** Comparación de resultados de Acidez ( $\text{CaCO}_3$ ) en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

Según los resultados determinados en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM, la concentración de acidez ( $\text{CaCO}_3$ ), en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del valor del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, por lo que se encuentra dentro del rango y la descarga al río Loco, no afecta la calidad del agua de la comunidad del Subsector Ocshapampa, cuyas aguas pueden ser potabilizadas con desinfección como lo vienen haciendo.

Tabla 16: Resultados de la concentración del Cobre (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Cobre (mg/l)	2	0.15	0.02

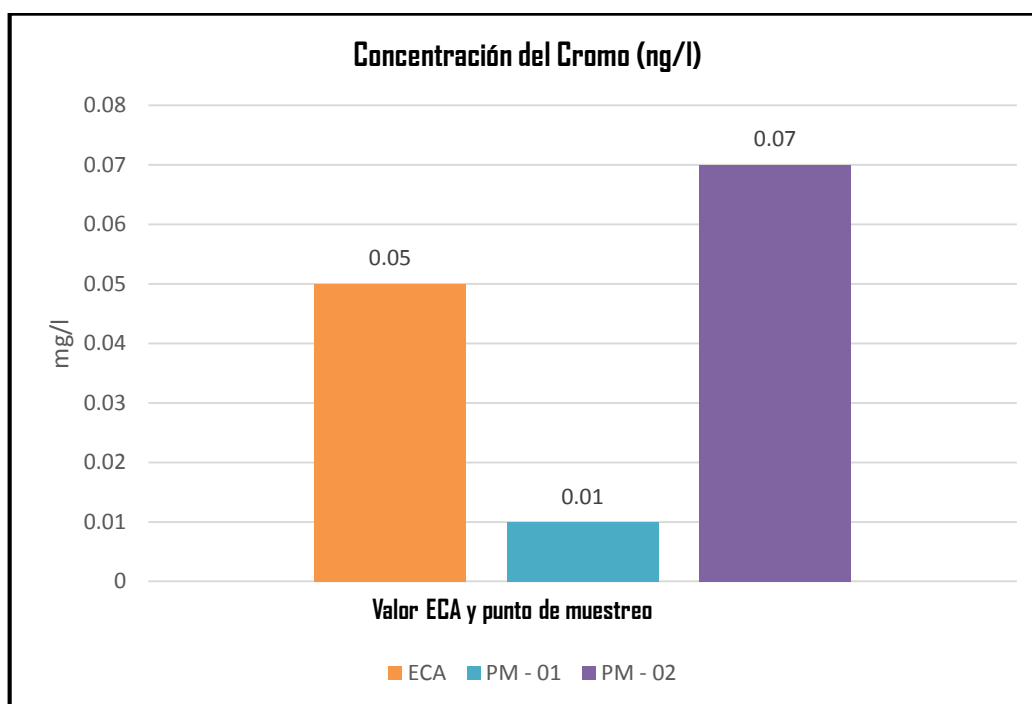


**Gráfico 11:** Comparación de resultados del cobre, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

Los resultados determinados en el laboratorio de la concentración del cobre en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1, lo que indica que al ser descargado al río Loco no afecta al ser humano y otros.

Tabla 17: Resultados de la concentración del Cromo (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Cromo (mg/l)	0.05	0.01	0.07



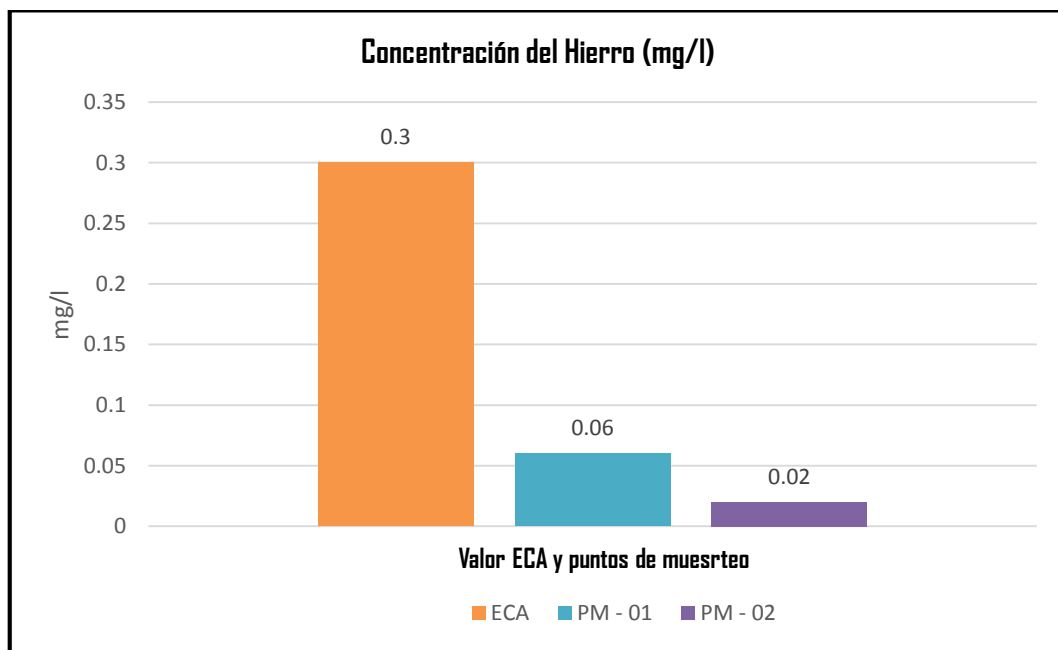
**Gráfico 12:** Comparación de resultados del cromo, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.



Según los resultados determinados en el laboratorio de la concentración del cromo en los puntos muestreados (PM-01) se encuentra por debajo del ECA I - Subcategoría A, CLASE A1; pero el resultado en el (PM-02), se encuentra por encima del ECA I, lo que indica que al ser descargado al río Loco, si afecta al ser humano que consume el agua con cromo: las vías respiratorias, irritación del revestimiento del interior de la nariz, secreción nasal, y problemas para respirar (asma, tos, falta de aliento, respiración jadeante).

Tabla 18: Resultados de la concentración del Hierro (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Hierro (mg/l)	0.3	0.06	0.02

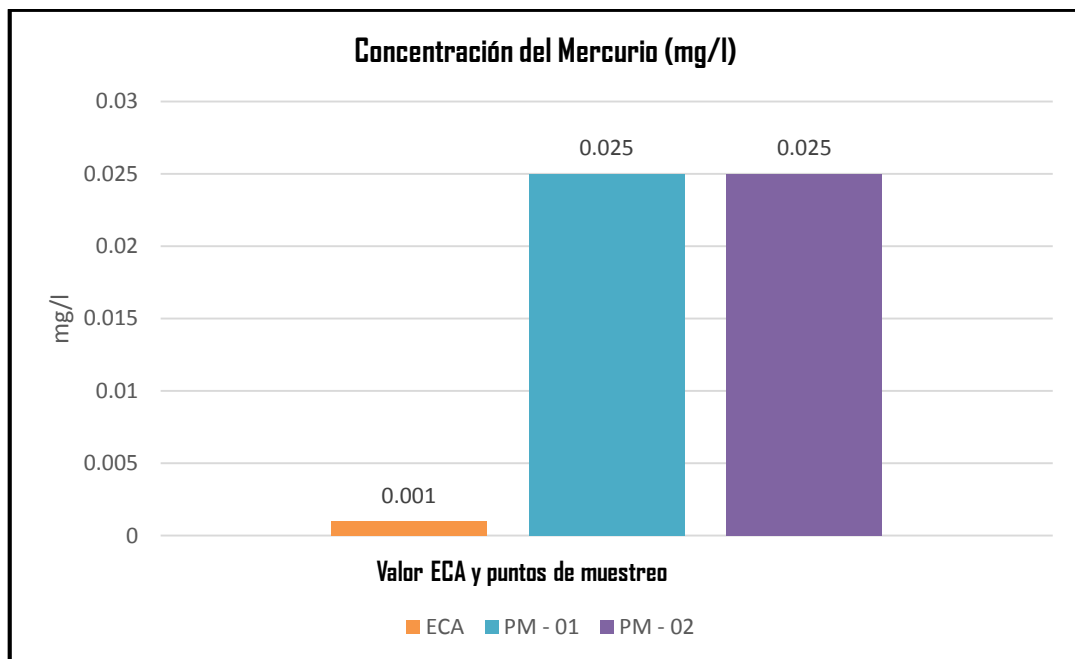


**Gráfico 13:** Comparación de resultados del hierro, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

Según los resultados determinados en el laboratorio de la concentración del hierro en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentra por debajo del ECA I - Subcategoría A, CLASE A1, por lo que al ser descargado al río Loco, no afecta a los comuneros del Subsector Ocshapampa y otros, toda vez que consumen solo agua potabilizado por desinfección.

Tabla 19: Resultados de la concentración del Mercurio (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Mercurio (mg/l)	0.001	0.025	0.025

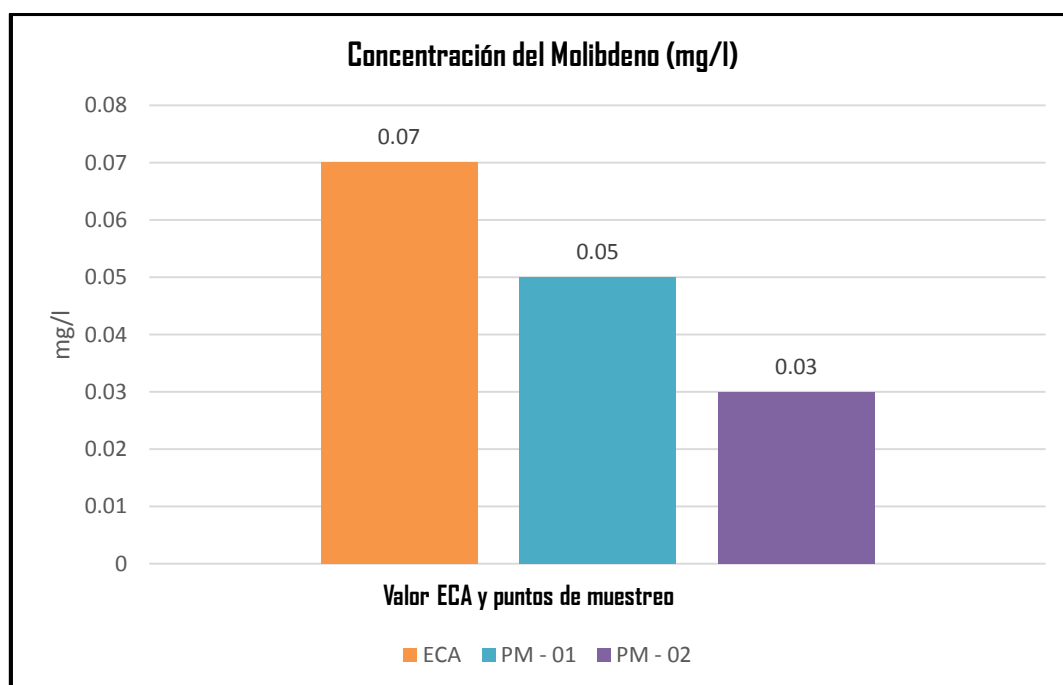


**Gráfico 14:** Comparación de resultados del mercurio, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

Según los resultados determinados en el laboratorio de la concentración del mercurio en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), son muy altos del ECA I - Subcategoría A, CLASE A1, por lo que al ser descargado al río Loco, si afectan a los comuneros del Subsector Ocshapampa y otros que consumen el agua, porque el Hg intoxica al sistema nerviosos central e inmunitario, el aparato digestivo, la piel, los pulmones, los riñones y ojos.

Tabla 20: Resultados de la concentración del Molibdeno (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Molibdeno (mg/l)	0.07	0.05	0.03

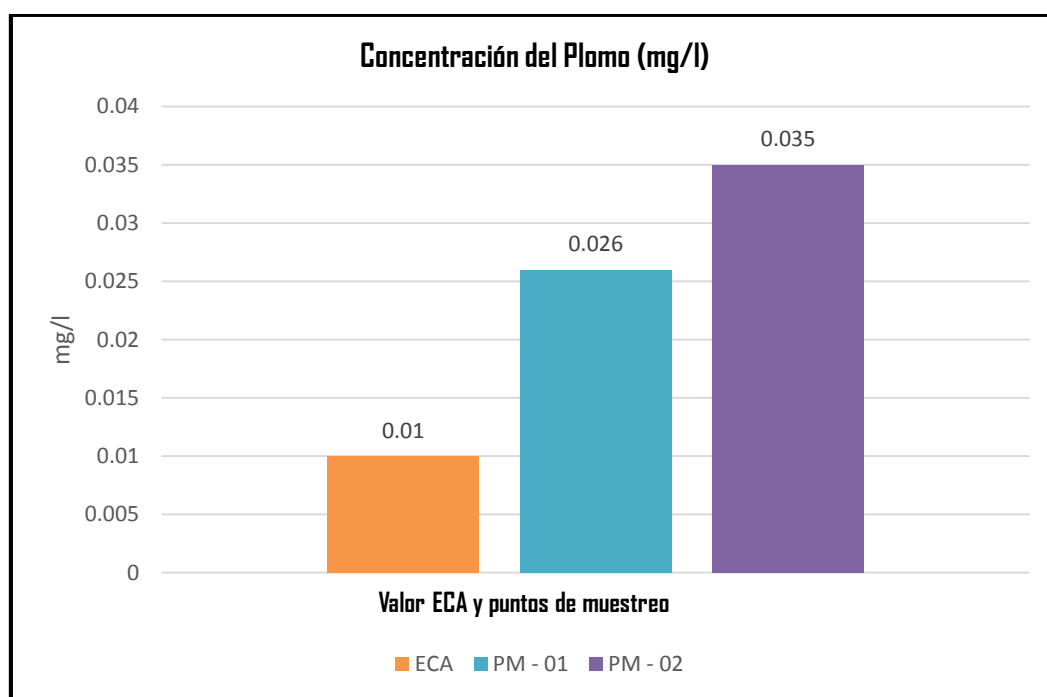


**Gráfico 15:** Comparación de resultados del molibdeno, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental

De los resultados determinados en el laboratorio de la concentración del molibdeno en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por debajo del ECA I - Subcategoría A, CLASE A1, por lo que al ser descargado al río Loco, no afectan a los comuneros del Subsector Ocshapampa y otros que consumen el agua potabilizada por desinfección.

Tabla 21: Resultados de la concentración del Plomo (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Plomo (mg/l)	0.01	0.026	0.035

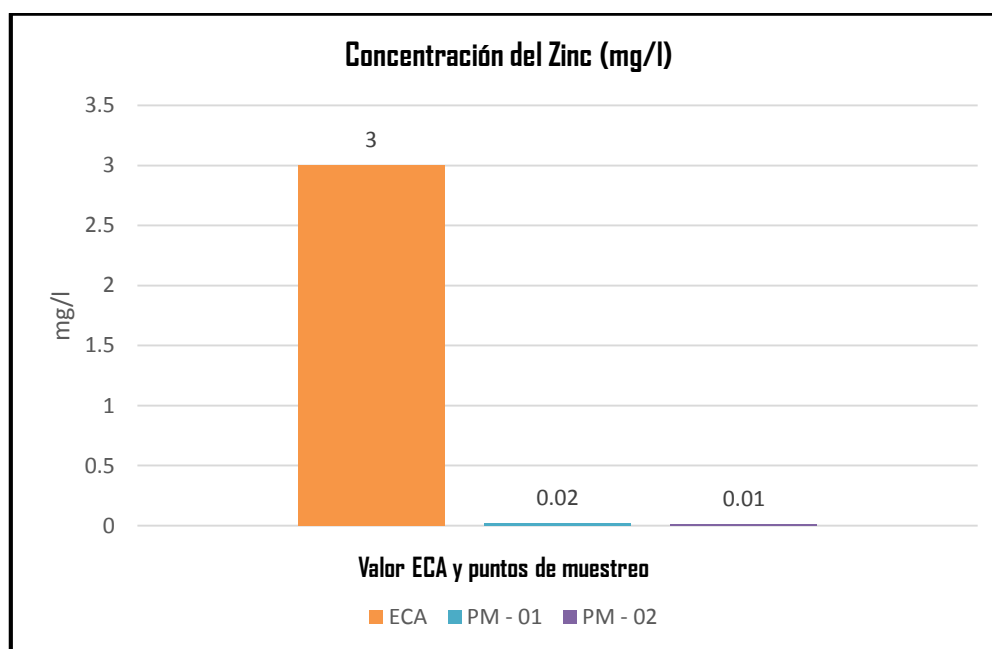


**Gráfico 16:** Comparación de resultados del plomo, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental

De acuerdo a los resultados determinados en el laboratorio de la concentración del plomo en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se encuentran por encima del ECA I - Subcategoría A, CLASE A1, por lo que al ser descargado al río Loco, si afectan a los comuneros del Subsector Ocshapampa y otros que consumen el agua, porque el exceso de plomo en el agua puede dañar al cerebro, los riñones e inferir con la producción de los glóbulos rojos que llevan el oxígeno a todas las partes del cuerpo.

Tabla 22: Resultados de la concentración del Zinc (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

Parámetros	ECA	PM - 01	PM - 02
Zinc (mg/l)	3	0.02	0.01



**Gráfico 17:** Comparación de resultados del zinc, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con los Estándares de Calidad Ambiental.

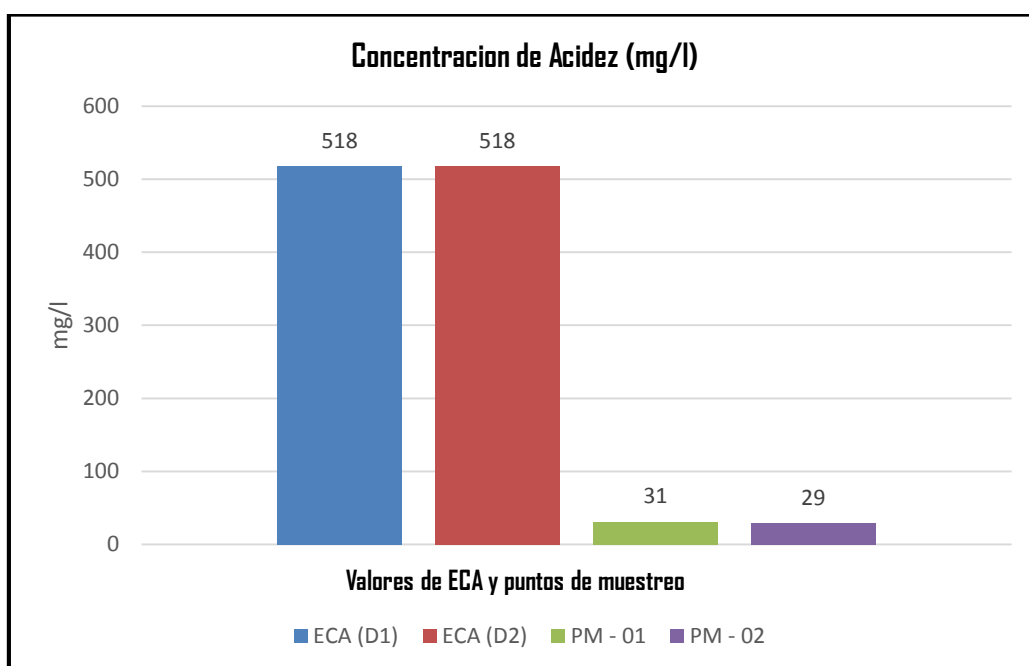
De los resultados determinados en el laboratorio de la concentración del zinc, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), se puede deducir que se encuentran por debajo del ECA I - Subcategoría A, CLASE A1, por lo que al ser descargado al río Loco, no afectan a los comuneros del Subsector Ocshapampa y otros que consumen el agua.

**4.2.2. Resultados de la concentración de los parámetros en el punto de muestreo PM-01, y PM-02, al costado del río Loco en tiempo de invierno, comparados con Categoría ECA III- Subcategoría D1 y D2**

**a) Parámetros Físicos-Químicos**

Tabla 23: Resultados de la concentración de Acidez (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Acidez (mg/l)	518	518	31	29



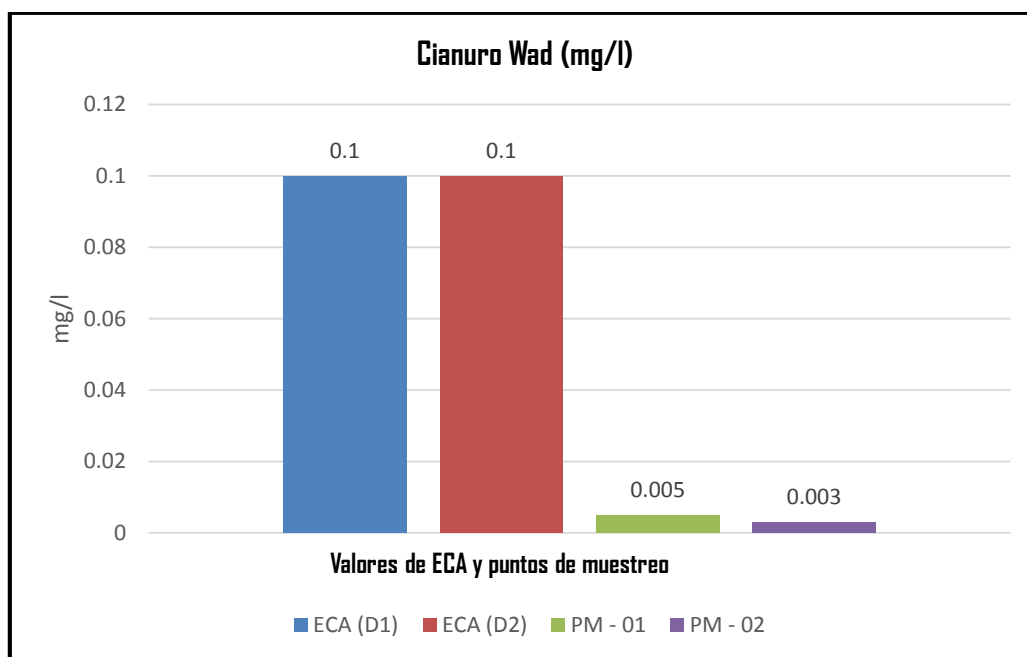
**Gráfico 18:** Comparación de resultados de la acidez en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

De los resultados determinados en el laboratorio de la concentración de acides, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), al costado del río Loco se puede

deducir que se encuentran por debajo del ECA III - Subcategoría D1 y D2, por lo que al ser descargado al río Loco, no afectan al riego de vegetales y bebidas de animales de los comuneros del Subsector Ocshapampa.

Tabla 24: Resultados de la concentración de Cianuro Wad (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Cianuro Wad (mg/l)	0.1	0.1	0.005	0.003



**Gráfico 19:** Comparación de resultados de cianuro wad en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

De los resultados determinados en el laboratorio de la concentración del cianuro wad, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), al costado del río Loco se puede deducir que se encuentran por debajo del ECA III - Subcategoría D1 y D2,



lo que indica que al ser descargado al río Loco, no afectan al riego de vegetales y bebidas de animales de los comuneros del Subsector Ocshapampa.

Tabla 25: Resultados de la concentración de Conductividad (uS/cm), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Conductividad (uS/cm)	2500	5000	69.9	99.05

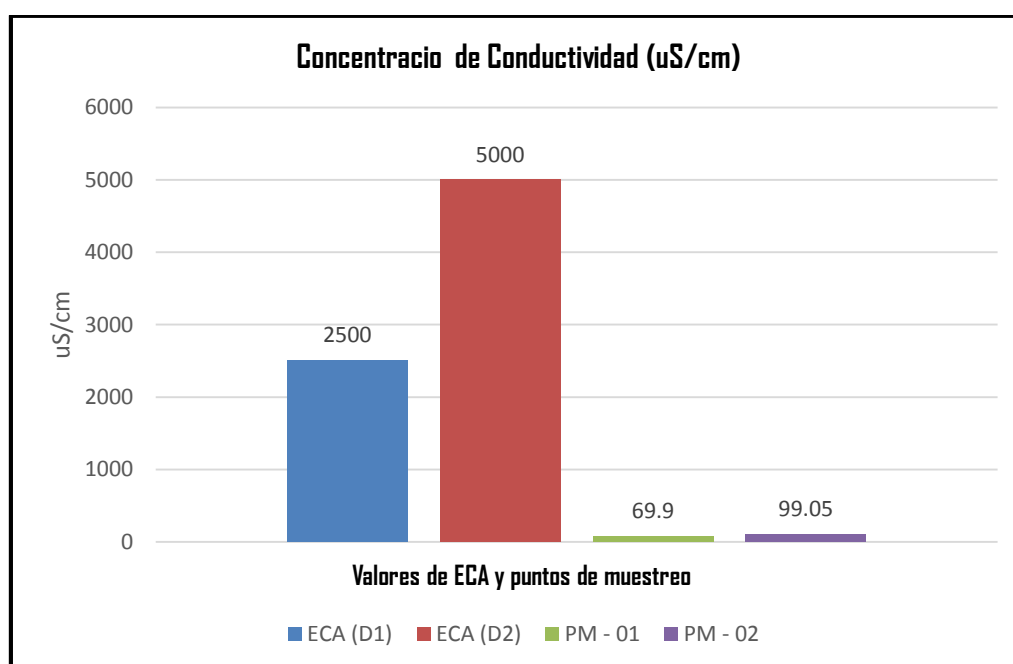


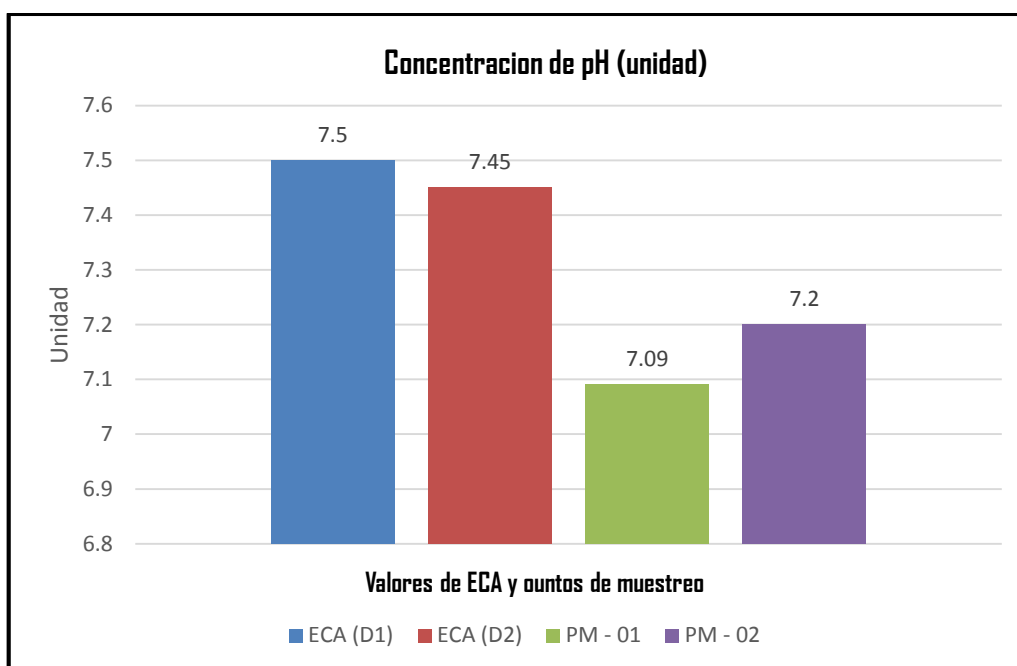
Gráfico 20: Comparación de resultados de la conductividad en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

De los resultados determinados en el laboratorio de la conductividad, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02), al costado del río Loco se puede deducir que son muy pocos, en comparación al ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que

hay deficiencia para los vegetales y animales que consumen agua del rio Loco; porque las plantas y animales necesitan mayor cantidad de iones positivos para que se desarrollan con normalidad.

Tabla 26: Resultados de la concentración de pH (unidad), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
pH (unidad)	7.5	7.45	7.09	7.2



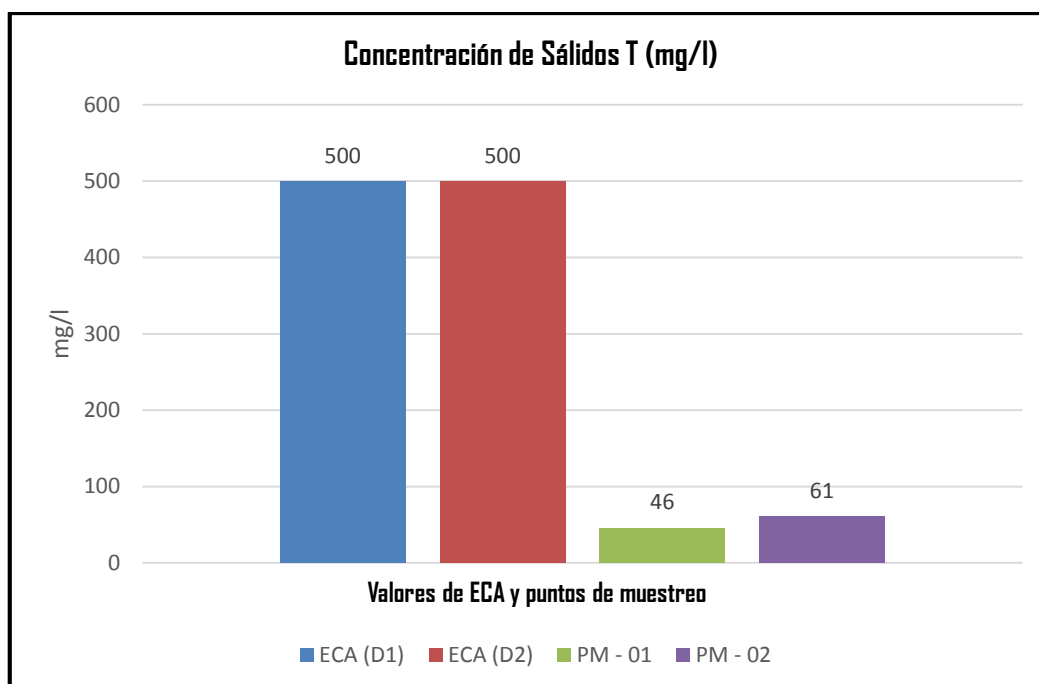
**Gráfico 21:** Comparación de resultados de pH, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

Según los resultados determinados en el laboratorio del pH, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del rio Loco, se puede deducir que se

encuentran dentro del rango de ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que es adecuado para el desarrollo de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 27: Resultados de la concentración de Sólidos T (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 yD2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Sólidos T (mg/l)	500	500	46	61



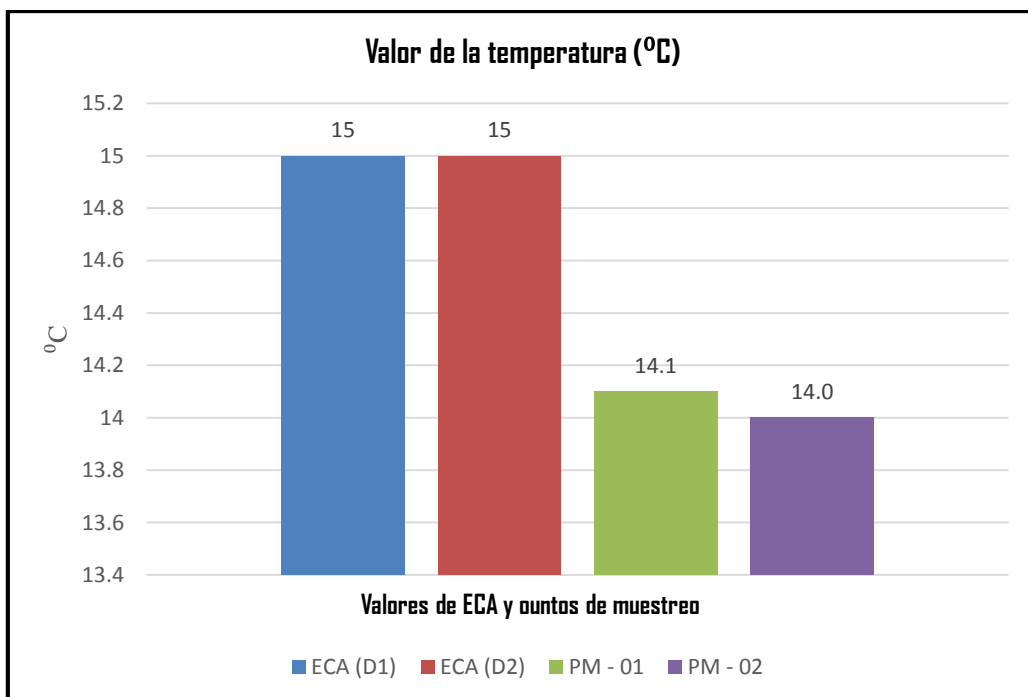
**Gráfico 22:** Comparación de resultados de sólidos T, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

De acuerdo a los resultados determinados en el laboratorio de los sólidos totales, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo

que indica que hay deficiencia para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua, porque tiene que ser mayor a 150 mg/l de TSS.

Tabla 28: Resultados del valor de la Temperatura ( $^{\circ}$  C), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Temperatura ( $^{\circ}$ C)	15	15	14.1	14.0



**Gráfico 23:** Comparación de la temperatura, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

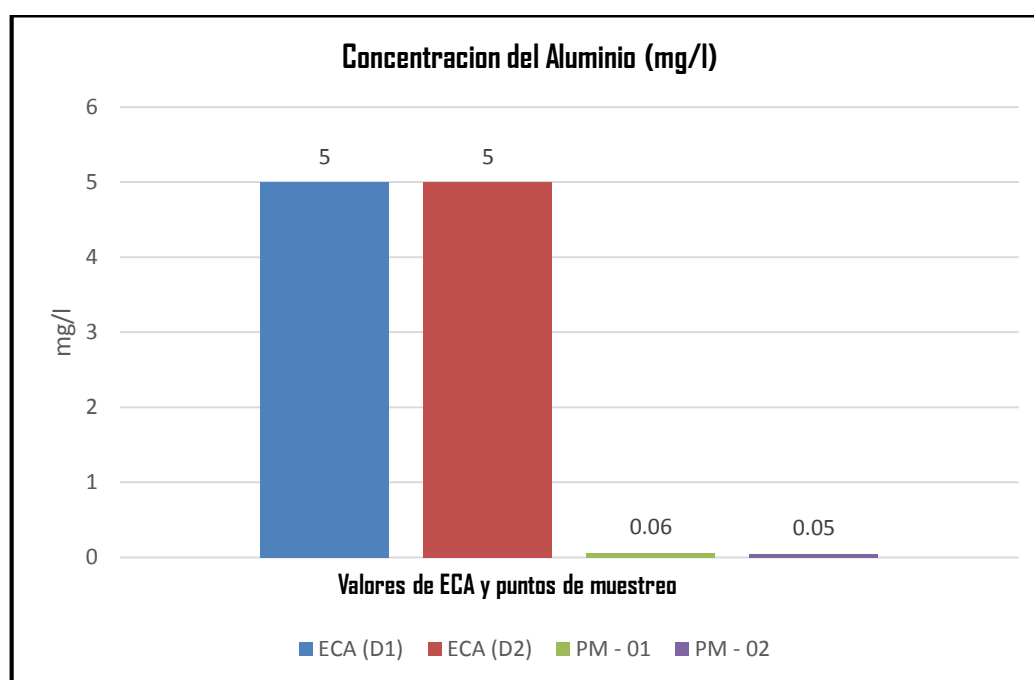
De acuerdo a los resultados determinados en el laboratorio la temperatura, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir

que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que se encuentra dentro del rango para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

## b) Parámetros Inorgánicos

Tabla 29: Resultados de la concentración del Aluminio (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Aluminio (mg/l)	5	5	0.06	0.05



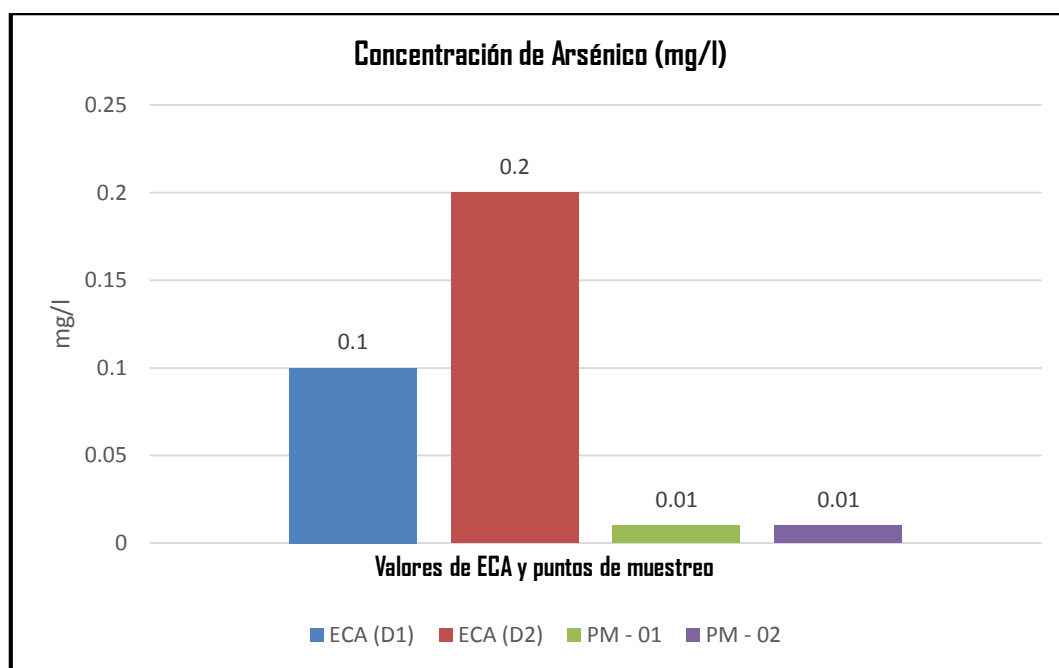
**Gráfico 24:** Comparación de resultados del aluminio, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

Según los resultados determinados en el laboratorio de los sólidos totales, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir

que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que el aluminio no interfiere en el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 30: Resultados de la concentración de Arsénico (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Arsénico (mg/l)	0.1	0.2	0.01	0.01



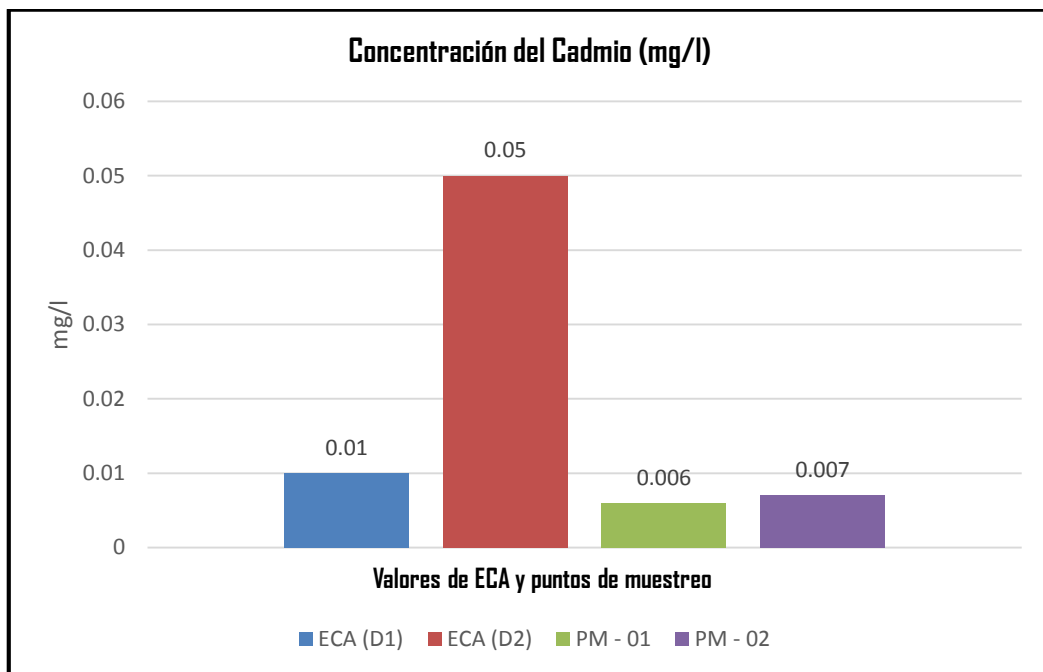
**Gráfico 25:** Comparación de resultados del arsénico, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

Según los resultados determinados en el laboratorio de los sólidos totales, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica

que no hay problemas para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 31: Resultados de la concentración de Cadmio (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Cadmio (mg/l)	0.01	0.05	0.006	0.007



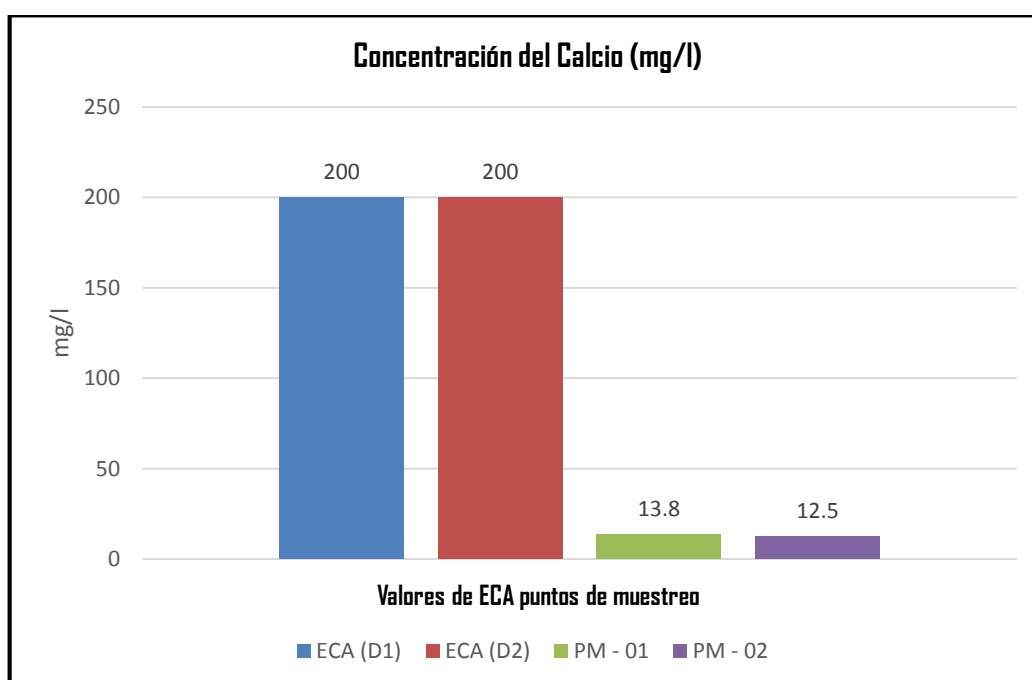
**Gráfico 26:** Comparación de resultados del cadmio, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

Según los resultados determinados en el laboratorio del cadmio, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que no

hay problema alguno para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 32: Resultados de la concentración del Calcio (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Calcio (mg/l)	200	200	13.8	12.5



**Gráfico 27:** Comparación de resultados del calcio, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

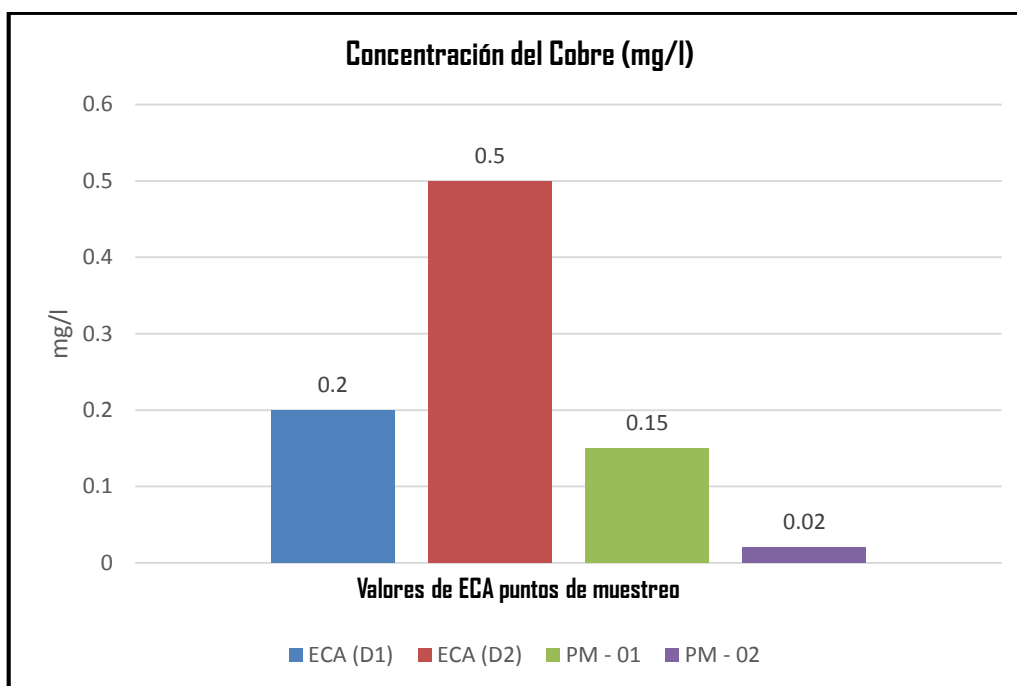
Según los resultados determinados en el laboratorio del calcio, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se



encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que hay deficiencia de calcio para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 33: Resultados de la concentración del Cobre (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Cobre (mg/l)	0.2	0.5	0.15	0.02



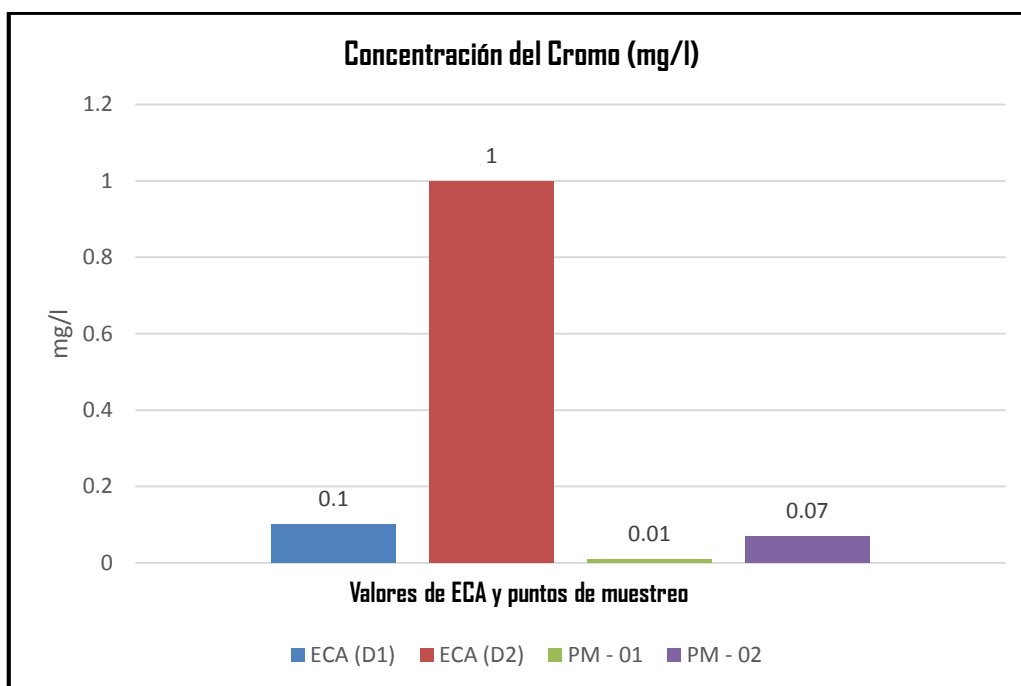
**Gráfico 28:** Comparación de resultados del cobre, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

De acuerdo a los resultados determinados en el laboratorio del cobre, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que no

hay problemas con la presencia del Cu, para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 34: Resultados de la concentración del Cromo (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Cromo (mg/l)	0.1	1	0.01	0.07



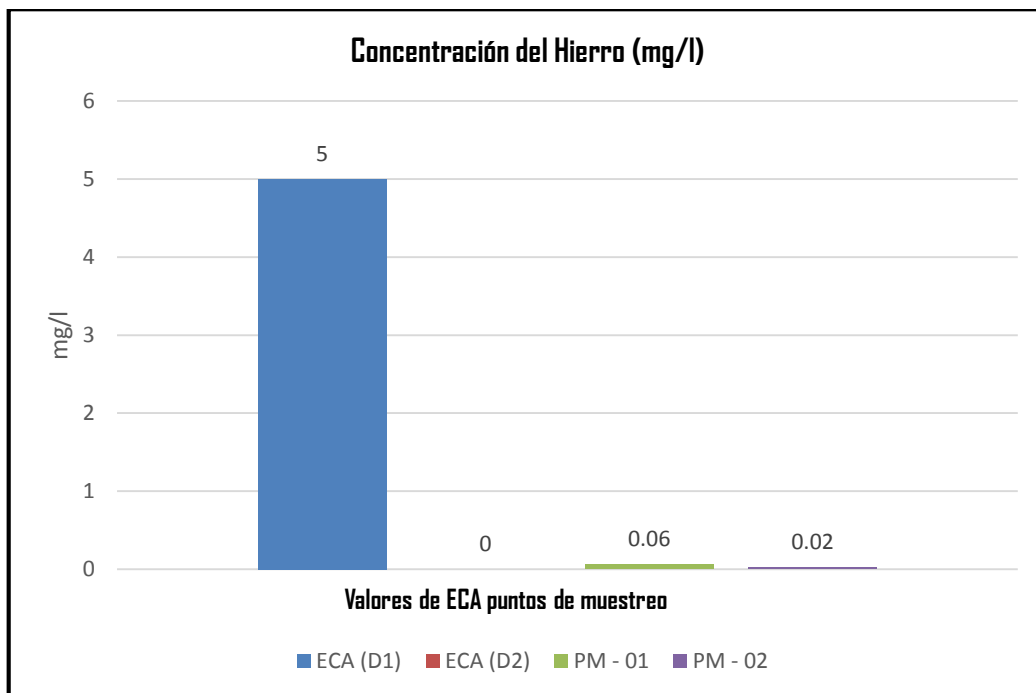
**Gráfico 29:** Comparación de resultados del cromo, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

Según los resultados determinados en el laboratorio del cromo, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que no

hay problema para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 35: Resultados de la concentración del Hierro (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Hierro (mg/l)	5	**	0.06	0.02



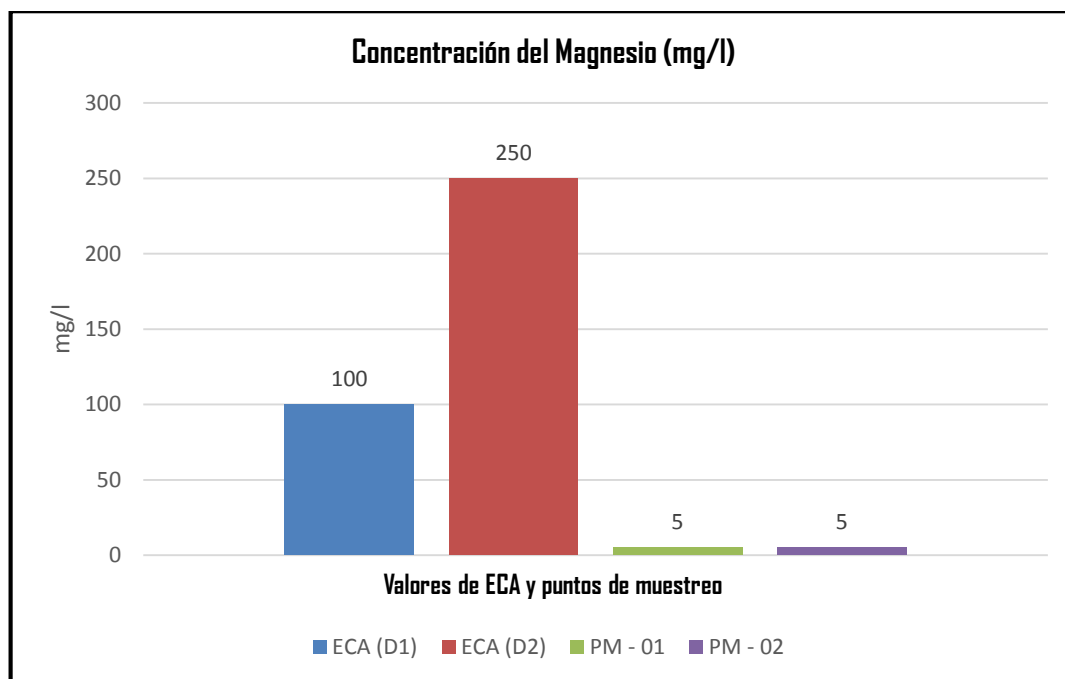
**Gráfico 30:** Comparación de resultados del hierro, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

Según los resultados determinados en el laboratorio del hierro, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que no

hay deficiencia para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 36: Resultados de la concentración del Magnesio (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Magnesio (mg/l)	100	250	5	5



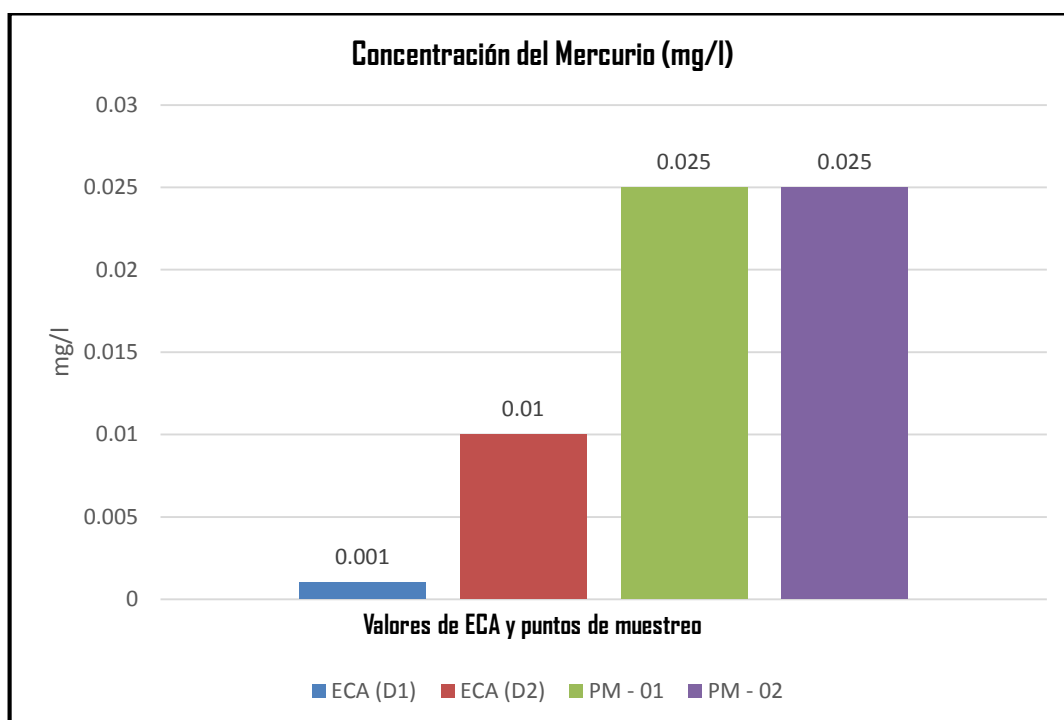
**Gráfico 31:** Comparación de resultados del magnesio, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

De los resultados determinados en el laboratorio del magnesio, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que

hay deficiencia para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 37: Resultados de la concentración del Mercurio (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Mercurio (mg/l)	0.001	0.01	0.025	0.025



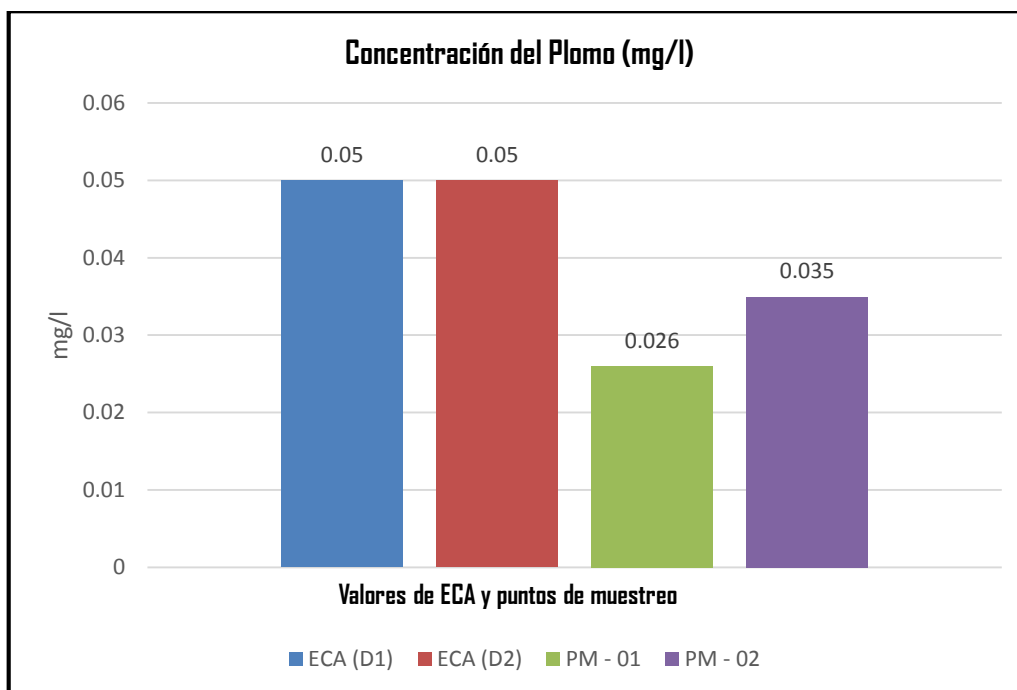
**Gráfico 32:** Comparación de resultados del mercurio, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

Según los resultados determinados en el laboratorio del mercurio, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se encuentran por encima del ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que hay

exceso de Hg en el agua del rio Loco, lo cual consumen los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 38: Resultados de la concentración del Plomo (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Plomo (mg/l)	0.05	0.05	0.026	0.035



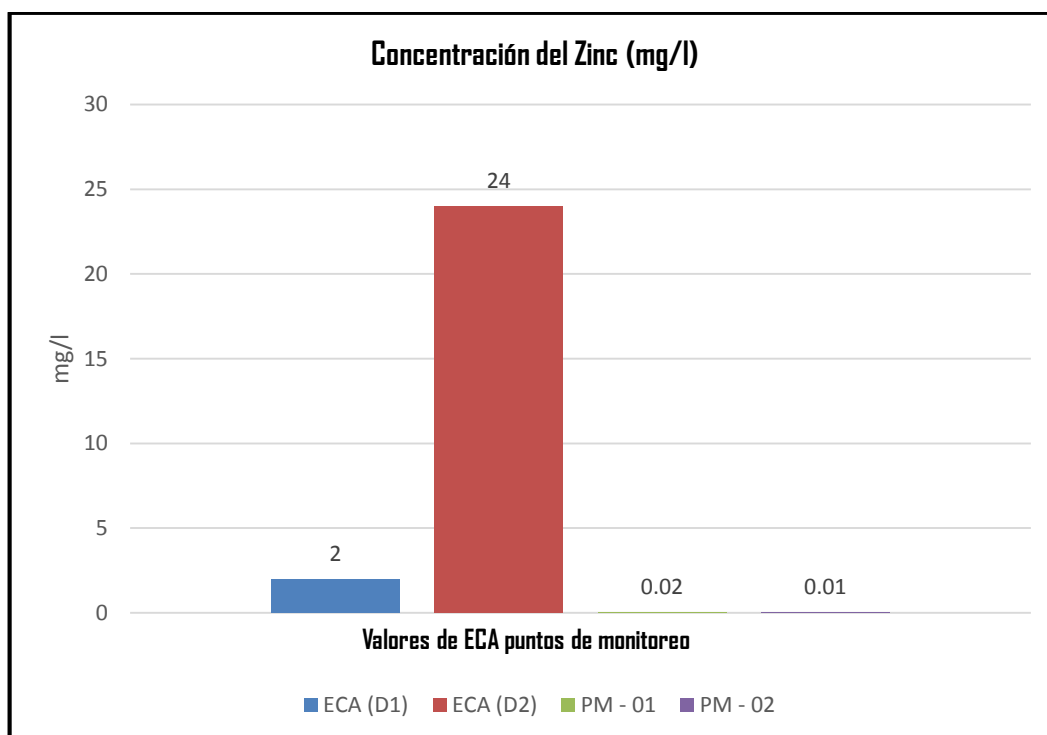
**Gráfico 33:** Comparación de resultados del plomo, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

Según los resultados determinados en el laboratorio del plomo, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del rio Loco, se puede deducir que se encuentran por debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que no

hay peligro para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

Tabla 39: Resultados de la concentración del Zinc (mg/l), en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 y D2.

Parámetros	ECA (D1)	ECA (D2)	PM - 01	PM - 02
Zinc (mg/l)	2	24	0.02	0.01



**Gráfico 34:** Comparación de resultados del zinc, en los puntos de muestreo (PM-01) y (PM-02) con ECA.

De los resultados determinados en el laboratorio del zinc, en los puntos muestreados (PM-01) y (PM-02) al costado del río Loco, se puede deducir que se encuentran por

debajo de los ECA III - Subcategoría D1 y D2, lo que indica que no hay problemas para el desarrollo normal de los vegetales y animales que consumen agua.

#### 4.3. Discusión de los Resultados

Al analizar los resultados de las muestras en relación a los parámetros Físicos-Químicos e inorgánicos, las concentraciones de los parámetros ECA I (Poblacional y Recreacional) - Subcategoría A, CLASE A1, los valores del ECA I y los puntos determinados en el laboratorio de cada parámetro son de: acidez = 518 y los puntos (PM-01 = 31 y PM-02 = 29) mg/l, del cianuro wad = 0.08 y los puntos (PM-01 = 0.005 y PM-02 = 0.003) mg/l, conductividad = 1500 y los puntos (PM-01 = 0.005 y PM-02 = 0.003) uS/cm, dureza = 500 y los puntos (PM-01 = 27 y PM-02 = 45) mg/l, pH = 7.5 y los puntos (PM-01 = 7.09 y PM-02 = 7.2) unidad, sólidos totales = 1000 y los puntos (PM-01 = 46 y PM-02 = 61) mg/l, temperatura = 23 y en los puntos (PM-01 = 14.1 y PM-02 = 14) ° C, aluminio = 0.9 y los puntos (PM-01 = 0.06 y PM-02 = 0.05) mg/l se encuentran por debajo del ECA I, lo que indica que el efluente de mina que se descarga están dentro del rango y no afectan al río Loco; mientras que el arsénico = 0.01 y los puntos (PM-01 = 0.0 y PM-02 = 0.01) mg/l es igual que el ECA I, por lo cual se debe de tener cuidado en la potabilización del agua por desinfección para el consumo humano; el cadmio = 0.003 y los puntos (PM-01 = 0.006 y PM-02 = 0.007) mg/l se encuentra en exceso y por ello se tiene que realizar una potabilización del agua tratamiento convencionalmente y/o potabilización avanzado; cobre = 2 y los puntos (PM-01 = 0.15 y PM-02 = 0.02) mg/l están por debajo del ECA I, lo cual no afecta al río; cromo = 0.05 y los puntos (PM-01 = 0.01 y PM-02 = 0.07) mg/l se encuentra por encima del ECA I, también requiere la potabilización del agua con tratamiento



convencionalmente y/o potabilización avanzado; hierro = 0.3 y los puntos (PM-01 = 0.06 y PM-02 = 0.02) mg/l está por debajo del ECA I; así mismo el mercurio = 0.001 y los puntos (PM-01= 0.025 y PM-02 = 0.025) mg/l se encuentran en exceso y por ello se requiere la potabilización del agua con tratamiento convencionalmente y/o potabilización avanzado; molibdeno = 0.07 y los puntos (PM-01= 0.05 y PM-02 = 0.03) mg/l se encuentran por debajo del ECA I; plomo = 0.01 y los puntos (PM-01= 0.026 y PM-02 = 0.035) mg/l se encuentran en exceso y requiere la potabilización del agua con tratamiento convencionalmente y/o potabilización avanzado y por último el zinc = 3 y los puntos (PM-01 = 0.02 y PM-02 = 0.01) mg/l que está por debajo del ECA I, cuyo efluente es descargado al río Loco y de allí la población toma para su agua potable.

Los resultados analizados de las muestras en relación a los parámetros Físicos-Químicos e inorgánicos tiene las concentraciones de los parámetros ECA III (Riego de vegetales y bebidas de animales) - Subcategoría D1- D2, se detallan en el siguiente orden, parámetro = (D1 - D2) y puntos de: acidez = (518 -518) y puntos (PM-01 = 31 y PM-02 = 29) mg/l, del cianuro wad = (0.1 - 0.1) y puntos (PM-01 = 0.005 y PM-02 = 0.003) mg/l, conductividad = (2500 - 5000) y puntos (PM-01 = 69.9 y PM-02 = 99.05) uS/cm, pH = (7.5 - 7.45) y puntos (PM-01 = 7.09 y PM-02 = 7.2) unidad, sólidos totales = (500 - 500) y puntos (PM-01 = 46 y PM-02 = 61) mg/l, temperatura = (15 - 15) y los puntos (PM-01 = 14.1 y PM-02 = 14.0) ° C, aluminio = (5 - 5) y puntos (PM-01 = 0.06 y PM-02 = 0.05) mg/l, arsénico = (0.1 - 0.2) y los puntos (PM-01 = 0.0 y PM-02 = 0.01) mg/l, cadmio = (0.01 -0.05) y los puntos (PM-01 = 0.006 y PM-02 = 0.007) mg/l, calcio = (200 - 200) y los puntos (PM-01 = 13.8 y PM-02 = 12.5) mg/l, cobre = (0.2 - 0.5) y los puntos (PM-01 = 0.15 y PM-02 = 0.02) mg/l, cromo = (0.1 - 1) y los puntos (PM-01 =

0.01 y PM-02 = 0.07) mg/l, hierro = (5 – 0) y los puntos (PM-01 = 0.06 y PM-02 = 0.02) mg/l, magnesio = ( 100 – 250) y los puntos (PM-01 = 5 y PM-02 = 5) mg/l, se encuentran por debajo del ECA III, lo que indica que el efluente de mina que se descarga al río Loco están dentro del rango y no afectan a los vegetales y consumo de animales; mientras que el mercurio = (0.001 – 0.01) y los puntos (PM-01= 0.025 y PM-02 = 0.025) mg/l se encuentran en exceso y por ello es muy probable que la descarga de los efluentes al río Loco afectan a los vegetales y animales que consumen esas agua; plomo = (0.05 – 0.05) y los puntos (PM-01 = 0.026 y PM-02 = 0.035) mg/l y al final zinc = (2 – 24) y los puntos (PM-01 = 0.02 y PM-02 = 0.01) mg/l que están por debajo del ECA III, los cuales tampoco afectan el cultivo de los vegetales y el consumo de sus animales de la comunidad del Subsector Ocshapampa, que hacen usos las aguas del río Loco.

#### **4.4. Aportes del Tesista**

Mediante el trabajo de investigación que realice, mi aporte en calidad de tesista y más aún como hijo de uno de los comuneros de la Comunidad del Subsector Ocshapampa fue la determinación del drenaje ácido de la mina Ancus Tranka y cuál es el impacto negativo al ser descargado al río Loco, porque en el lugar indicado existen muchas labores mineras que a la fecha son abandonadas y no se realizaron un plan de cierre definitivo, por lo cual estas minas descargan las aguas ácidas (efluentes) al río Loco y mi comunidad consume esas aguas como agua potable, se utilizan para riego de los cultivos y consumo para los animales en general, sin saber si en alguna medida están siendo afectados o no.

## CONCLUSIONES.

- 1 La caracterización del drenaje ácido de la mina consta en la determinación de los parámetros Físicos-Químicos e inorgánicos del ECA I (Poblacional y Recreacional) - Subcategoría A, CLASE A1 y los parámetros Físicos-Químicos e inorgánicos de ECA III (Riego de vegetales y bebidas de animales) - Subcategoría D1- D2, que son: acidez, cianuro, conductividad, dureza, pH, sólidos totales, temperatura, aluminio, arsénico, cadmio, cobre, cromo, hierro, mercurio, molibdeno, plomo y zinc, de la mina Ancush Tranka.
- 2 Los puntos de muestreo identificados y ubicados fueron el PM-01, de coordenadas E 184804.518, N 8980573.647 a 8 m. del río y el PM-02 de coordenadas: E 184478.216, N 8980454.464, a 12 m. del río aproximadamente.
- 3 Las características del drenaje ácido fueron:

Parámetros	Cantidad		Unidad
	PM-01	PM-02	
Acidez	31	29	mg/l
Cianuro Wad	0.005	0.003	mg/l
Conductividad	0.005	0.003	uS/cm
Dureza	27	45	mg/l
pH	7.02	7.2	Unid.
Sólidos totales	46	61	mg/l
Temperatura	14.1	14	°C
Aluminio	0.06	0.05	mg/l
Arsénico	0.01	0.01	mg/l
Cadmio	0.006	0.007	mg/l
Cobre	0.15	0.02	mg/l
Cromo	0.01	0.07	mg/l
Hierro	0.06	0.02	mg/l
Mercurio	0.025	0.025	mg/l
Molibdemo	0.05	0.03	mg/l
Plomo	0.026	0.035	mg/l
Zinc	0.02	0.01	mg/l

- 4 El impacto que genera el drenaje ácido (efluentes) de la mina Ancush Tranka al ser descargados al Río Loco fueron en CLASE A1: arsénico (PM-01 = 0.0 y PM-02 = 0.01) mg/l, cadmio (PM-01 = 0.006 y PM-02 = 0.007) mg/l, cromo (PM-01 = 0.01 y PM-02 = 0.07) mg/l, mercurio (PM-01= 0.025 y PM-02 = 0.025) mg/l, plomo (PM-01= 0.026 y PM-02 = 0.035) mg/l y en ECA III el mercurio (PM-01= 0.025 y PM-02 = 0.025) mg/l.
- 5 La alternativa de mitigación de la generación del drenaje ácido, no será factible mientras no se realiza el cierre definitivo de las labores mineras que se encuentran en la quebrada Ancush Tranka; pero es necesario que la comunidad campesina subsector Ocshapampa-Acoyo y otros del distrito de Pamparomas, provincia de Huaylas, tomen la decisión de ubicar otra fuente de agua para poder captar y ser consumida como agua potable, previa evaluación del ECA I.

## **RECOMENDACIONES.**

- 1) Los comuneros de Ocshapampa-Acoyo y otros deben de evitar la continuidad de las actividades mineras en la quebrada Ancush Tranka, a fin de no continuar dañando el recurso agua y otras riquezas naturales.
- 2) Es necesario que los integrantes de la comunidad campesina subsector Ocshapampa-Acoyo y otros no continúen el consumo de agua del rio Loco como agua potable, mientras no cuenten con una potabilización con tratamiento avanzado del agua a fin de ser consumida previa evaluación.
- 3) Se recomienda que en el menor tiempo posible de identifique nuevos ojos o fuentes de agua para ser consumidas como agua potable previa un análisis integral de los parámetros que deben cumplir con ECA I.
- 4) Las autoridades de Ocshapampa-Acoyo y otros, deben solicitar a la Dirección Regional de Salud Ancash a fin de llevar a cabo una evaluación preliminar sobre la presencia de los parámetros arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo en los pobladores de la comunidad.

## Referencias bibliográficas.

- Aduvire, O. (2006). DRENAJE ACIDO DE MINA GENERACIÓN Y TRATAMIENTO. Madrid, España.
- Aduviri, O. (2019). TECNICAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA GENERACION ACIDA EN MINERIA. *Practice Leader de Unidad Geoambiente. SRK Consulting (Peru) S.A.* Lima, Perú.
- Andrade, V. (2010). Evaluación del Potencial de Generación de Sulfuro por la Acción de las Bacterias Sulfato Reductoras y sus Posibles Aplicaciones en el Tratamiento de los Drenajes Ácidos de Mina . *Tesis de grado en Ingeniería Química.* Quito , Ecuador.
- Becerra Ortiz, R. Y., & Quiliche Raico, K. E. (2019). "EVALUACIÓN DEL AGUA EN LA QUEBRADA QUISHUAR Y EL RÍO GRANDE, PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE METALES, PH, CONDUCTIVIDAD Y TURBIDEZ, CAJAMARCA 2018-2019". *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas.* Cajamarca, Perú.
- Cano, J. A. (2015). Identificación de drenajes ácidos de mina con sensores remotos. *Trabajo de investigación para optar al título de Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo.* Medellín , Colombia.
- Chile, C. M. (2002). Guía Metodológica sobre Drenaje Ácido en la Industria Minera. Chile.
- CHIPANA, W. M. (2019). CARACTERIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE AGUAS ÁCIDAS EN LA MINA LA RINCONADA - PUNO . Puno, Perú.
- Cuentas Alvarado, M., Velasquez Viza, O., Arizaca Avalos, A., & Huisa Mamani, F. (2019). EVALUACIÓN DE RIESGOS DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN LA COMUNIDAD DE CONDORAQUE - PUNO. *Revista de Medio Ambiente Minero y Minería.* Puno , Perú.
- Daniel, m. C. (2017). Propuesta Metodológica de Tratamiento Pasivo Basado en Sustrato Alcalino Disperso para la Remediación Ambiental de Metales Pesados Provenientes de Drenaje Acido de Mina. Quito, Colombia.
- Denegri-Muñoz, J. E., & Iannacone, J. (2020). TRATAMIENTO DE DRENAJE ÁCIDO DE MINAS MEDIANTE HUMEDALES ARTIFICIALES. *ARTÍCULO DE REVISIÓN.* Lima, Perú.
- HUERTA, O. E. (2019). "CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TORRES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA MINA HUANZALÁ, EN EL DISTRITO DE HUALLANCA, PROVINCIA DE BOLOGNESI-ANCASH. PERIODO JUNIO 2017–ENERO 2018". *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental.* Huaraz, Perú.
- Lima, Y. d. (2019). Efecto de la dosificación de lechada de cal en la remoción del manganeso del agua de mina de la UM Huarón 2018. *Tesis.* Huancayo, Perú.
- Moreno, Y. F. (2017). Evaluación minero-ambiental del yacimiento polimetálico Castellano en la provincia de Pinar del Río. *Ciencia y futuro.* Cuba.
- Nieves Pimiento, N., & Solano Figueroa, A. (2017). Caracterización del drenaje ácido en la minería de esmeralda Quípama-Boyacá. Bogotá, Colombia.

- Pérez Falcón, J., Ruiz Castro, A. A., & Aramburú Rojas, V. S. (2020). Reducción de contaminantes del relave ácido de mina en planta concentradora de Jangas, Perú. *ARTÍCULO CIENTÍFICO*. Cuba.
- Pérez, N., Schwarz , A., & Urrutia, H. (2017). Tratamiento del drenaje ácido de minas: estudio de reducción de sulfato en mezclas orgánicas. *Tecnología y Ciencias del agua*. Concepción., Chile.
- REPÚBLICA, P. D. (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. *DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*. Lima, Perú.
- Sánchez-Castillo , M., & Sánchez-Espinoza , D. (2019). DESARROLLO DEL SISTEMA PASIVO SISTRATO ALCALINO DISPERSO (DAS) PARA EL TRATAMIENTO DE DRENAJE ACIDO DE MINA – CAJAMARCA 2018. *Revista Electrónica de la Facultad de Ingeniería-UPN*. Cajamarca, Perú.
- Vidales, S. K. (2020). Problemática ambiental generada por el drenaje ácido de mina en la explotación de yacimientos mineros en Colombia. Medellín, Colombia.
- VILCA, Y. J. (2019). Análisis estructural de la configuración relacionada con la mineralización Cordillera Negra, región Ancash – Perú. *TESIS Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo*. Lima, Perú.

## **ANEXOS**



# Anexo 1: Resultados del laboratorio de la UNASAM, punto (PM-01)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



## INFORME DE ENSAYO AG210093

**CLIENTE**  
Razón Social : GUILLERMO JUAN JARA TOLENTINO  
Dirección : Independencia - Huaraz  
Atención : Guillermo Juan Jara Tolentino

**MUESTRA**  
Producto declarado : Agua de Mina  
Matriz : Aguas Residuales - Agua Residual Industrial  
Procedencia : Bocamina 01 - Ancush Tranka, Distrito de Pamparomas, Provincia de Huaylas  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210042

**MUESTREO**  
Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO**  
Fecha de recepción : 19/Abril /2021  
Fecha de análisis : 19 de Abril - 26 de Abril / 2021  
Cotización N° : CO210102

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M - 01
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	18/04/2021
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	11:55
					Código del Laboratorio	AG210093
<b>FQ</b>						
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>						
FQ02	Acidez	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2310 B (*)	1		31
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN	Acido barbitúrico-piridincarbóxico (*)	0.002		0.005
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		69.9
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C (*)	1		27
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B -Versión 2017 (*)	.....		7.09
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B (*)	1		46
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		14.1
<b>MT</b>						
<b>METALES TOTALES</b>						
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.06
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		0.006
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		13.8
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		0.15
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.01
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.06
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA 3500.Mg E (*)	5.0		< 5.0
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétone de Michler (*)	0.025		< 0.025
MT21	Molibdeno total	mg/l Mo	Rouge de bromopyrogallol (*)	0.02		0.05
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.026
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.02

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 26 de Abril de 2021



Msc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

FC001 Versión 01/E E-22-03-10

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.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dírimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 043 640020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754  
E-mail: labfcam@hotmail.com

## Anexo 2: Resultados del laboratorio de la UNASAM, punto (PM-02)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

### INFORME DE ENSAYO AG210094

**CLIENTE** Razón Social : GUILLERMO JUAN JARA TOLentino  
Dirección : Independencia - Huaraz  
Atención : Guillermo Juan Jara Tolentino

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Mina  
Matriz : Aguas Residuales - Agua Residual Industrial  
Procedencia : En el punto de acopio (Tratamiento) - Ancush Tranka, Distrito de Pamparomas, Provincia de Huaylas  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210042

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 19/Abril /2021  
Fecha de análisis : 19 de Abril - 26 de Abril / 2021  
Cotización N° : CO210102

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M - 02
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	18/04/2021
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	12:25
					Código del Laboratorio	AG210094
<b>FQ</b>						
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>						
FQ02	Acidez	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2310 B (*)	1		29
FQ08	Cianuro Wad	mg/l CN <sup>-</sup>	Acido barbitúrico-piridincarbonílico (*)	0.002		0.003
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B -Versión 2017	.....		99.05
FQ17	Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	APHA 2340 C (*)	1		45
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B -Versión 2017 (*)	.....		7.20
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B (*)	1		61
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		14.0
<b>MT</b>						
<b>METALES TOTALES</b>						
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		0.05
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		0.007
MT09	Calcio total	mg/l Ca	APHA 3500-Ca D (*)	0.1		12.5
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		0.07
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.02
MT18	Magnesio total	mg/l Mg	APHA 3500.Mg E (*)	5.0		< 5.0
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétoxe de Michler (*)	0.025		< 0.025
MT21	Molibdeno total	mg/l Mo	Rouge de bromopyroqallo (*)	0.02		0.03
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.035
MT32	Zinc total	mg/l Zn	Cl-PAN (*)	0.05		0.01

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition-2017

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 26 de Abril de 2021



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604



**Anexo 3: Muestreo del drenaje acido del punto (PM-01)**



**Anexo 4: Muestreo del drenaje acido del punto (PM-02)**





**Anexo 5: Tomando lectura de pH del rio Loco**



**Anexo 6: De retorno con las muestras de agua acidas de la mina Ancush Tranka.**

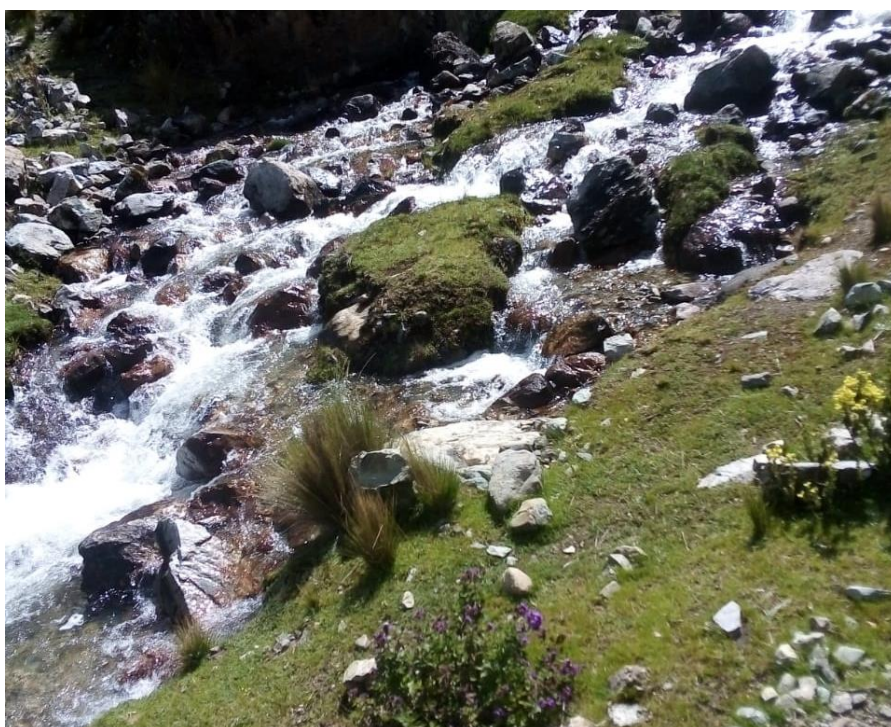




**Anexo 7: Pequeña represa de las aguas del rio Loco**



**Anexo 8: Aguas del rio Loco**



**Anexo 9: Subsector de Ocshapampa - Acoyo**

