

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Control del agua de la planta metalúrgica y su efecto en la microfrecuencia**  
**Yacutinco**

**Para optar el título profesional de:**  
**Ingeniero Ambiental**

**Autores:**

**Bach. Gian Piero TRINIDAD POVIS**

**Bach. Jherson Samuel DÁVILA VICENTE**

**Asesor:**

**Mg. Josué Hermilio DIAZ LAZO**

**Cerro de Pasco - Perú – 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Control del agua de la planta metalúrgica y su efecto en la microfrecuencia**  
**Yacutinco**

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

---

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

**PRESIDENTE**

---

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA

**MIEMBRO**

---

Mg. Lucio ROJAS VITOR

**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 248-2025-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**CONTROL DEL AGUA DE LA PLANTA METALÚRGICA Y SU EFECTO  
EN LA MICROCUENCA YACUTINCO**

Apellidos y nombres de los tesistas:

**Bach. TRINIDAD POVIS, Gian Piero**

**Bach. DÁVILA VICENTE, Jherson Samuel**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Mg. DIAZ LAZO, Josué Hermilio**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Ambiental**

Índice de Similitud

**24 %**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 31 de marzo del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO  
ISIDRO Ruben Edgar FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 31.03.2025 14:41:45 -05:00

## **DEDICATORIA**

Agradecemos a Dios, porque nos dio el don de la perseverancia para alcanzar nuestras metas.

A nuestros amados padres, que nos han dado la existencia, y en ella la capacidad para superarnos y desearnos lo mejor en cada paso por este camino difícil y arduo de la vida.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión que nos abrió sus puertas para formarnos profesionalmente en contribución a la sociedad.

A los catedráticos que con el pasar de los años se convirtieron en nuestro ejemplo a seguir

## **AGRADECIMIENTOS**

Un agradecimiento muy especial a todos los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental de nuestra gran alma mater “Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión” por la excelencia y el apoyo recibido.

## RESUMEN

La planta de metalúrgica San Sebastián AMC está ubicada geográficamente en la región central del territorio peruano, y políticamente en el Distrito San Francisco de Asís de Yarusyacan de la Provincia y Departamento de Pasco. Trata 30 T/d de mineral en cabeza, teniendo un radio de recuperación de 8:1. En el tratamiento de minerales se emplea el método de flotación simple para obtener concentrados de Pb, Ag y Zn. Los trabajos realizados en la relavera, también generan agua contaminada producto del traslado de los relaves a los diques de la relavera, esta agua es reutilizada en la planta metalúrgica.

El presente trabajo tiene como objetivo Determinar la calidad de agua de la microcuenca Yacutinco por el control del agua que se tiene en la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera., esto se logró realizando monitoreos del agua en los puntos determinados.

Se establecieron 04 puntos de monitoreo, considerando 02 muestras de agua antes de ingresar a la Planta Metalúrgica (Aguas arriba), 01 muestra a 50 metros debajo de la Planta Metalurgia (Agua abajo), y 01 muestra a 30 metros debajo de la Relavera (Aguas abajo) para poder medir y analizar los parámetros fisicoquímicos in-situ y ex. situ.

Obtenido los resultados de laboratorio y teniendo como base los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales, se evidenció si bien parámetros como Cobre, Plomo y Zinc presentan un ligero incremento en aguas abajo, esta es son muy inferiores y al igual que los demás parámetros cumplen los ECA, por ende, el control llevado por la Planta metalúrgica y relavera cumple con no contaminar las aguas de la microcuenca Yacutinco.

**Palabras claves:** Evaluar, Control, Contaminación, Aguas arriba, Aguas abajo.

## ABSTRACT

The San Sebastián AMC metallurgical plant is geographically located in the central region of Peruvian territory, and politically in the San Francisco de Asís District of Yarusyacan of the Province and Department of Pasco. Treats 30 T/d of ore at head, having a recovery ratio of 8:1. In the treatment of minerals, the simple flotation method is used to obtain concentrates of Pb, Ag and Zn. The work carried out at the tailings dam also generates contaminated water as a result of the transfer of the tailings to the tailings dams. This water is reused in the metallurgical plant.

The objective of this work is to determine the water quality of the Yacutinco micro-basin by controlling the water in the San Sebastián AMC metallurgical plant and its tailings dam. This was achieved by monitoring the water at certain points.

04 monitoring points were established, considering 02 water samples before entering the Metallurgical Plant (Upstream), 01 sample 50 meters below the Metallurgy Plant (Downstream), and 01 sample 30 meters below the Tailings Plant (Downstream) in order to measure and analyze the physicochemical parameters in-situ and ex. situ.

Obtaining the laboratory results and based on the Environmental Quality Standards for category 3: Irrigation of vegetables and Drinking of animals, it was evident that although parameters such as Copper, Lead and Zinc present a slight increase in downstream, this is much lower and like the other parameters comply with the ECA, therefore, the control carried out by the Metallurgical and Tailings Plant complies with not contaminating the waters of the Yacutinco micro-basin.

**Keywords:** Evaluate, Control, Pollution, Upstream, Downstream.

## INTRODUCCIÓN

Las aguas de escorrentía de las diferentes cuencas, sub cuencas y microcuencas, cumplen importantes funciones en las actividades industriales, Una de ellas, son las plantas metalúrgicas que están ubicados en estas cuencas, donde sirven para tratar los diferentes minerales que son separados con el proceso de; chancado, molienda y flotación.

Para sus operaciones, la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC utiliza las aguas de la microcuenca Yacutinco, donde se controla el agua de entrada a la planta y salida de ella. El agua que sale de la planta metalúrgica, se suma al agua que sale de la relavera para ser tratado en una poza de sedimentación aguas abajo y posteriormente ser reutilizado, ya que se bombea nuevamente al proceso.

El objetivo de la presente investigación, es evaluar la contaminación del agua de la microcuenca Yacutinco por el control del agua de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y relavera, para así evidenciar que, si en caso el control del agua de la Planta Metalúrgica no es eficiente, existe el riesgo de contaminar la microcuenca Yacutinco y con ella la subcuenca Tingo Palca.

El presente trabajo se divide en cinco capítulos. Nuestro capítulo I Problema de Investigación, se identifica y determina el problema del agua de la microcuenca Yacutinco, ya que está expuesta a minerales polimetálicos que tienen su origen en la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera corriendo riesgo de contaminación. En el capítulo II Marco teórico se presenta los antecedentes relacionados al proyecto desarrollado, así como también definiciones. El capítulo III menciona la Metodología y Técnicas de Investigación en la toma de muestras de aguas y el procesamiento de los resultados obtenidos. El capítulo IV Resultados y discusión, se analiza los resultados de laboratorio en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría



3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, se realiza la interpretación, prueba de hipótesis y la discusión de resultados.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	1
1.3. Formulación del problema .....	2
1.3.1. Problema general .....	2
1.3.2. Problema específico .....	2
1.4. Formulación de objetivos.....	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivo específico .....	2
1.5. Justificación de la investigación .....	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	3

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	4
2.1.1. Antecedente a nivel internacional.....	4
2.1.2. Antecedente a nivel nacional .....	6
2.1.3. Antecedente a nivel local .....	8

2.2.	Bases teóricas – científicas .....	9
2.2.1.	Metodología de la Investigación .....	9
2.2.2.	Cuenca hidrográfica .....	10
2.2.3.	Calidad de agua.....	10
2.2.4.	Parámetros de la calidad del agua.....	10
2.2.5.	Microcuenca del Yacutínco .....	10
2.2.6.	Planta concentradora de minerales.....	10
2.2.7.	Chancadora .....	11
2.2.8.	Molienda. ....	11
2.2.9.	Flotación .....	11
2.2.10.	Reactivos químicos de flotación .....	11
2.2.11.	Relave.....	12
2.2.12.	Legislación Peruana en Materia de Recursos Hídricos y Estándares de Calidad Ambiental para el Agua.....	12
2.2.13.	Técnicas de muestreo de agua para la planta metalúrgica .....	13
2.2.14.	Análisis químico de las muestras .....	15
2.3.	Definición de términos básicos .....	15
2.4.	Formulación de hipótesis .....	18
2.4.1.	Hipótesis general.....	18
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	18
2.5.	Identificación de variables .....	19
2.5.1.	Variable Independiente .....	19
2.5.2.	Variable Dependiente.....	19
2.5.3.	Variable Interviniente .....	19
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	19

## **CAPÍTULO III**

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

3.1. Tipo de Investigación.....	21
3.2. Nivel de investigación.....	21
3.3. Método de investigación .....	43
3.4. Diseño de investigación .....	43
3.5. Población y muestra .....	43
3.5.1. Población.....	43
3.5.2. Muestra .....	43
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
3.6.1. Técnicas .....	44
3.6.2. Instrumentos.....	44
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	44
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	45
3.9. Tratamiento estadístico .....	45
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica .....	45

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	46
4.1.1. Vista Satelital de la zona de Estudio.....	46
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	48
4.2.1. Resultados obtenidos de la medición de parámetros In situ: .....	48
4.2.2. Resultados obtenidos de los análisis de laboratorio:.....	50
4.3. Prueba de hipótesis.....	71
4.4. Discusión de resultados.....	72

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables e Indicadores .....	19
Tabla 2. Principales Condiciones Climatológicas que Caracterizan al Área .....	29
Tabla 3 .Descargas Máximas.....	29
Tabla 4. Resultados de las concentraciones de partículas en Suspensión .....	32
Tabla 5. Lista de Flora Silvestre de la Zona del Proyecto.....	35
Tabla 6. Número de Especies, Cobertura e índice de Diversidad de las Principales Formaciones Vegetales.....	36
Tabla 7. Lista de Fauna Silvestre de la Zona del Proyecto .....	37
Tabla 8. Puntos de Monitoreo .....	47

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Potencial Hidrógeno .....	48
<b>Gráfico 2.</b> Conductividad Eléctrica .....	49
<b>Gráfico 3.</b> Coliformes Termotolerantes .....	50
<b>Gráfico 4.</b> Escherichia Coli .....	50
<b>Gráfico 5.</b> Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	52
<b>Gráfico 6.</b> Oxígeno Disuelto.....	53
<b>Gráfico 7.</b> Cadmio .....	54
<b>Gráfico 8.</b> Cobre .....	55
<b>Gráfico 9.</b> Cobalto .....	56
<b>Gráfico 10.</b> Boro .....	57
<b>Gráfico 11.</b> Bario .....	58
<b>Gráfico 12.</b> Cromo .....	59
<b>Gráfico 13.</b> Manganeso.....	60
<b>Gráfico 14.</b> Arsénico.....	61
<b>Gráfico 15.</b> Plomo.....	62
<b>Gráfico 16.</b> Selenio .....	63
<b>Gráfico 17.</b> Hierro.....	64
<b>Gráfico 18.</b> Mercurio .....	65
<b>Gráfico 19.</b> Zinc.....	66
<b>Gráfico 20.</b> Aceites y grasas .....	67
<b>Gráfico 21.</b> Nitritos.....	68
<b>Gráfico 22.</b> Sulfatos .....	69
<b>Gráfico 23.</b> Bicarbonatos .....	70
<b>Gráfico 24.</b> Cloruros .....	71

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

El agua de la microcuenca Yacutinco es una fuente hídrica importante para agricultores de la zona, y no es ajena a la problemática de contaminación por actividad minero metalúrgica, pues está expuesta a minerales como: zinc, plata, plomo, etc., las cuales tienen su origen en el tratamiento de los minerales polimetálicos dentro de la planta Metalúrgica San Sebastián AMC, así como también se van en pequeño porcentaje en los relaves que se originan como producto del proceso, si no se mejora el control del agua en la planta de tratamiento de minerales y la relavera, se corre el riesgo de que la microcuenca de Yacutinco, sufra contaminación y como consecuencia también se contaminaría la sub cuenca del Tingo Palca.

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

Se realizó una investigación en la microcuenca Yacutinco porque es ahí donde está ubicado la planta metalúrgica San Sebastián AMC, esto para evaluar el impacto del control del agua que sale de la Planta metalúrgica San Sebastián



AMC y su relavera en las aguas de la microcuenca Yacutinco, teniendo como base al ECA de su categoría correspondiente.

### **1.3. Formulación del problema**

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

¿Cuál es la calidad del agua de la microcuenca Yacutinco por el control del agua que se tiene en la planta metalúrgica San Sebastián AMC y relavera?

#### **1.3.2. Problema específico**

- a. ¿Cuáles son los indicadores fisicoquímicos más peligrosos en el agua de la microcuenca Yacutinco por el control del agua que se tiene en la planta metalúrgica San Sebastián AMC y relavera??
- b. ¿Cuáles son los indicadores microbiológicos más peligrosos en el agua de la microcuenca Yacutinco por el control del agua que se tiene en la planta metalúrgica San Sebastián AMC y relavera??

### **1.4. Formulación de objetivos**

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

Determinar la calidad de agua de la microcuenca Yacutinco por el control del agua que se tiene en la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

#### **1.4.2. Objetivo específico**

- a. Determinar los indicadores fisicoquímicos del agua de la microcuenca Yacutinco por el control del agua que se tiene en la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.
- b. Determinar los indicadores microbiológicos del agua de la microcuenca Yacutinco por el control del agua que se tiene en la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

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

La investigación busca evidenciar la necesidad de mejora en el control de la calidad del agua que sale de la Planta metalúrgica San Sebastián AMC y relavera, además del efecto en el agua de la microcuenca Yacutinco, ya que, si esta es deficiente, a futuro hay riesgo de contaminar la microcuenca Yacutinco, la subcuenca del Tingo Palca y la cuenca del Huallaga.

Con la presente investigación identificamos el impacto generado en el agua de la microcuenca Yacutinco por el agua que sale de la Planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera. Para el presente estudio la metodología fue la toma de muestras en los puntos de monitoreo dentro del área de la microcuenca Yacutinco y el análisis de parámetros en laboratorio acreditado que garantiza información fundamental para la toma de decisiones en el control del agua.

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

No hubo problemas al tomar las muestras de aguas arriba y aguas abajo ubicadas en los puntos de monitoreo, ya que la microcuenca Yacutinco no es de gran dimensión. Tiene una longitud de 3 km para unirse a la subcuenca Tingo Palca, y por la población de Pallanchacra, a la cuenca del Huallaga

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

##### **2.1.1. Antecedente a nivel internacional**

**(Pizarro, 2022). Estudio del Efecto de Calidad de Agua en el Proceso de Flotación de Planta Concentradora el Soldado, Valparaíso – Chile.**

En la minería chilena, las operaciones que realizan grandes compañías como es el caso de Anglo American, División El Soldado, siempre se ha encontrado en búsqueda de alternativas para mitigar los impactos en la matriz agua, principalmente se busca poder reutilizar el agua en los procesos. En El Soldado, la recirculación de agua es de 80%. Aproximadamente. En la investigación se evaluó el impacto de tres fuentes de agua de El Soldado, correspondientes a Agua Fresca, Agua de Procesos y Agua Balsa Tranque; donde el Agua Balsa Tranque tiene una mayor porción de agua que es recirculada. En los resultados de laboratorio del análisis químico realizado para evaluar la calidad de agua, se obtuvo como resultado que el Agua de Procesos y Agua Balsa Tranque poseen un alto contenido de sulfatos, calcio, magnesio, entre otros

componentes inorgánicos y orgánicos, que tiene efectos inhibidores en la flotación de sulfuros de cobre.

**(Toscana & Hernández, 2017). Gestión de riesgos y desastres socioambientales. El caso de la mina Buenavista del cobre de Cananea, Xoxhimilco – México.**

En agosto de 2014 se produjo un derrame de sulfato de cobre acidificado en el río Sonora, en la mina Buenavista del Cobre, en Cananea, Sonora. Tanto los ecosistemas de la cuenca del río como sus habitantes se vieron afectados por la catástrofe socioambiental provocada por el derrame. A partir del caso del derrame tóxico en la mina de cobre de Buenavista, las investigaciones sobre la gestión de los procesos de riesgo-desastre de origen antropogénico encontraron que las políticas ambientales y de protección civil responsables de estos riesgos no están conectadas entre sí y no comparten metas, estrategias ni escalas de acción, lo que genera vacíos en su gestión. Por lo tanto, se requiere una mayor articulación entre políticas, niveles gubernamentales, empresas y la ciudadanía en general para gestionar los riesgos químico-tecnológicos. Se concluyó en que ambas políticas deben proyectarse buscando integral los planes de desarrollo local, estatal y nacional, para así lograr una mayor congruencia entre el modelo de desarrollo, protección a la salud poblacional, y al medio ambiente.

**(Vargas, 2016). La empresa metalúrgica Industrial Minera México en San Luis Potosí. Problemas ambientales con soluciones incoherentes, San Luis Potosí – México.**

La investigación se basa en el primer Código General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de 1988, que identifica los problemas ambientales derivados del complejo industrial minero-metalúrgico mexicano e

incluye reglamentos, normas mexicanas y capítulos que regulan las actividades minero-metalúrgicas y sus acciones. Los trabajos de Impacto Ambiental en el sitio recién finalizaron a principios de 2014, unos años después de que se hubieran iniciado algunas operaciones adicionales en el complejo sitio.

Este caso es muy relevante por tratarse de un complejo metalúrgico centenario ubicado en la capital del país, y permite observar cómo opera la empresa antes y después de los cambios legislativos y el establecimiento de requisitos oficiales. Para este trabajo se identificaron los principales problemas ambientales derivados del complejo metalúrgico IMMSA y las respuestas de las empresas a estos cuestionamientos, con el fin de mostrar qué acciones han tomado los actores públicos y privados y qué acciones están relacionadas con aspectos legales, ambientales y ambientales. aspectos. actividades mineras y metalúrgicas Normas y reglamentos para aclarar si las actividades de RSE de una empresa son consistentes o para prevenir daños causados.

### **2.1.2. Antecedente a nivel nacional**

**(Coillo, 2008). Identificación del Impacto Ambiental en la Operación de la Planta Concentradora CIP – Tiquillaca UNA – Puno, para minimizar la Contaminación Ambiental, Puno – Perú.**

El estudio tuvo como objetivo determinar el impacto ambiental de la operación de la planta de enriquecimiento CIA Tiquillaca UNA Puno, buscó minimizar la contaminación ambiental utilizando métodos para evaluar y predecir los impactos ambientales, para luego proponer tecnologías de mitigación y monitoreo. El enfoque cualitativo utilizado en el estudio para analizar y evaluar los cambios en los niveles de contaminación a lo largo del tiempo fue longitudinal, explicativo y evaluativo.

Los procedimientos metodológicos utilizados para determinar y evaluar el impacto ambiental del proyecto son los siguientes: análisis de las características (línea base) y componentes del proyecto, identificación y evaluación de los impactos potenciales y, finalmente, el uso de un enfoque de criterios integral y apropiado para evaluar posibles impactos ambientales y resultados de la evaluación. Cuando la planta de enriquecimiento de Tiquillaca de la CIA entre en funcionamiento, todo el proyecto tendrá 1 impacto negativo significativo y 41 impactos medianamente significativos. Por último, también generará 8 impactos positivos.

**(Azabache, 2017). Caracterización físico química para determinar la calidad del agua del Río El Toro, Huamachuco, 6 contaminado por actividades mineras con fines de Evaluación Ambiental”.**

El objetivo principal del estudio fue evaluar la calidad del agua y los niveles de contaminación en efluentes provenientes de la minería informal en la cuenca del río El Toro de Huamachuco. La calidad del agua se determinó mediante el análisis fisicoquímico de metales pesados en tres muestras colectadas en diferentes lugares en frascos de polietileno, estas cumplieron con los criterios de recolección hasta llegar al laboratorio, y sus valores se compararon con los Estándares de calidad para la categoría 4. Al finalizar la comparación, se concluyó que el agua del río El Toro estaba contaminada por relaves vertidos de operaciones mineras.

**(Ramos, 2022). Nivel de concentración de metales pesados (AS, CD Y PB), en el río escalera del área de influencia de la Compañía Minera Kolpa S.A. del distrito de Huachocolpa, provincia y departamento de Huancavelica, Perú.**

El objetivo del estudio fue determinar las concentraciones de parámetros de metales pesados (Cd, Pb y As) en el río Escalera por influencia de la Compañía Minera Kolpa S.A. del distrito de Huachocolpa en la provincia de Huancavelica, para ellos se tomaron muestras de agua en distintos puntos para que en laboratorio se realicen los análisis fisicoquímicos correspondientes, los resultados fueron utilizados para divulgarlos y mejorar en el campo de las ciencias ambientales, permitiendo a los pobladores de la región Huacho-Corpa ser conscientes de que estos metales pesados son tóxicos para la salud pública, y la biodiversidad.

El estudio utilizó métodos cuantitativos, tipo aplicativo, nivel descriptivo, donde la población estuvo constituida por la cuenca del río Escalera en sus secciones 3 – 5, la muestra estuvo conformada por 07 puntos de monitoreo, para lo cual el muestreo, no fue probabilístico intencional porque para la identificación de los puntos de aguas, esto se llevó mediante el protocolo de monitoreo de agua.

### **2.1.3. Antecedente a nivel local**

**(Salcedo, 2022). Contaminación fisicoquímica generada por la relavera de la empresa minera Nexa Resources-Milpo a las aguas del río Huallaga en el centro poblado la Quinua del distrito Yanacancha - Pasco 2022.**

El objetivo fue determinar el alcance de la contaminación ocasionada en las aguas del río Huallaga por el tranque de relaves de la empresa minera Nexa Resources-Milpo en la localidad de La quinua, en la región Yanacancha-Pasco, teniendo en cuenta el conflicto entre la minera compañía minera Nexa Resources-Milpo y Llocllas. El estudio tuvo un nivel explicativo y un diseño transversal no experimental. Este grupo fue considerado como el agua de descarga del tranque

de relaves antes mencionado, y se recolectaron muestras tres veces en los puntos Li-1, Li-2 y Li-3.

La técnica de muestreo fue la siguiente: la muestra se colocó en un frasco estéril y se etiquetó con el tipo de muestra, parámetros, fecha de muestreo y tipo de conservante, luego se enjuagó tres veces con agua de muestreo y se colocó en la muestra de agua en la dirección de su movimiento. Se Añadieron 20 gotas de conservante, luego se selló, y se colocaron en un recipiente lleno de hielo para transportarlas al laboratorio. El instrumento de recolección de datos utilizado para obtener los resultados en las unidades pertinentes fue un conductímetro AD 331. Se concluyó que las aguas del rio Huallaga no son contaminadas por las aguas de vertimiento de la relavera de la empresa Nexa Resources-Milpo ya que los parámetros cumplían con los ECA para su categoría correspondiente

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Metodología de la Investigación**

Al elegir un método de investigación, se debe considerar el alcance de la investigación, el objetivo, el tipo de investigación que se realizará, los datos en los que se debe basar la investigación, el tiempo disponible para la recopilación de datos y, finalmente, el enfoque general de cómo se requiere mucho tiempo. sobre el diseño de la investigación, los recursos disponibles y, finalmente, la decisión del investigador. El trabajo de investigación puede ser descriptivo para desarrollar teorías explicativas, o puede implicar pruebas experimentales, o una combinación de ambos. (Academy, 2021)



### **2.2.2. Cuenca hidrográfica**

Es una unidad territorial, donde fluye el agua de la escorrentía, originada por las precipitaciones pluviales uniéndose en un colector común, denominado río principal.

### **2.2.3. Calidad de agua**

La clasificación del agua es en función a su calidad y el uso que se hará de esta; como, por ejemplo: consumo humano, riego, o para uso industrial. De acuerdo al grado de tolerancia en cada actividad se usa el agua dependiendo la cantidad, calidad físico-química y biológica. (Baeza, 2016)

### **2.2.4. Parámetros de la calidad del agua**

Los parámetros a tomar en cuenta para determinar la calidad del agua son; físicos, químicos y biológicos. Estas las comparamos con los instrumentos de gestión ambiental de la Legislación. LMP en caso de efluentes, o ECA si es cuerpo receptor, al haber cambios, evidenciamos contaminación ambiental. (Ambiental, 2023)

### **2.2.5. Microcuenca del Yacutinco**

Se ubica en las estribaciones de la Cordillera Central del Perú, en el paraje Yacutinco, perteneciente al distrito de Yarusyacan, provincia de Pasco, departamento de Pasco, con altitudes que van de 3600 a 4200 m.s.n.m, aproximadamente.

### **2.2.6. Planta concentradora de minerales**

Es toda instalación e infraestructura, donde se desarrollan procesos como el chancado, molienda y flotación de minerales con la finalidad de recuperar el mineral en concentrados.

### **2.2.7. Chancadora**

Las chancadoras son máquinas diseñadas para procesar y disminuir el tamaño de algún material, en este caso de rocas provenientes de la mina, de acuerdo a la ratio de reducción permisible. La robustez, capacidad y eficiencia son muy importantes para su funcionamiento. Sus funciones abarcan desde el hallazgo de insumos económicamente rentables hasta la obtención de una granulometría adecuada del mineral triturado. (JIMDO, 2018)

### **2.2.8. Molienda.**

La molienda es la última etapa de la fragmentación, y se identifica por el tamaño que tiene en la salida los productos que pueden estar entre algunos milímetros y algunos micrómetros. Se busca la liberación de unas especies minerales con otras hasta conseguir el tamaño deseado, promoviendo así la agregación diferencial o consiguiendo el tamaño de partícula requerido para el proceso, que luego será requerido para el producto final(Arenas, 2019)

### **2.2.9. Flotación**

La flotación de minerales es un proceso fisicoquímico utilizado para la separación de minerales que se encuentran suspendidos en líquidos, esto es posible uniéndolos a burbujas de gas para proporcionar una separación de las partículas sólidas. Este proceso es utilizado cuándo es necesario separar minerales que son químicamente similares y para concentrar minerales para una fundición económica. Se puede utilizar la separación de minerales complejos como plomo-zinc, cobre-zinc, etc. (Zevallos, 2020).

### **2.2.10. Reactivos químicos de flotación**

Los reactivos químicos son sustancias químicas que se aplican para el proceso de flotación de minerales, esto con el fin de actuar en ella y se modifiquen

sus propiedades. La dosificación de los reactivos químicos debe ser la adecuada para que no se tenga dificultades durante los procesos fisicoquímicos.

### **2.2.11. Relave**

Los relaves son sólidos finamente molidos que han sido descartadas una vez obtenida el elemento de interés en las operaciones mineras. La industria minera extrae grandes cantidades de roca, pero sólo una pequeña fracción produce los beneficios económicos esperados. Una vez finamente molida, la roca se somete a flotación para producir un producto concentrado que puede venderse como concentrado o procesarse posteriormente. El material restante se conoce como residuo flotante y debe eliminarse de forma segura y respetuosa con el medio ambiente. (SERNAGEOMIN, 2024)

### **2.2.12. Legislación Peruana en Materia de Recursos Hídricos y Estándares de Calidad Ambiental para el Agua**

#### ***Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338***

La ley de recursos hídricos menciona que el acceso al agua es necesario porque el agua es esencial, satisface necesidades humanas y es un derecho fundamental independientemente de su uso. Artículo 83. Está prohibido el vertido de determinadas sustancias. Se prohíbe la introducción en el agua de contaminantes o residuos que supongan un riesgo significativo según criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. (MINAM, 2017)

#### ***Estándares de Calidad Ambiental. DS N° 003-2017-MINAM***

Este decreto supremo regula los niveles de concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua como componente fundamental de los cuerpos receptores y ecosistemas acuáticos, que

no pongan en peligro la salud humana ni representen riesgos significativos para el medio ambiente. (MINAM, 2024)

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) determina los niveles óptimos de concentración de elementos en el ambiente, creando así un indicador del estado de la calidad ambiental. Por ejemplo, medir la calidad del aire puede darnos una idea de la calidad o el nivel del aire que respiramos en los parques, y también puede permitirnos medir la calidad de las fuentes de agua que consume la gente. Debido a su amplio alcance, el ECA se considera el marco líder para la formulación de políticas nacionales y otras regulaciones, como los límites máximos permisibles (LMP). (Instituto de la Calidad Ambiental, 2023)

### **2.2.13. Técnicas de muestreo de agua para la planta metalúrgica**

#### *Preparación de materiales y equipos*

Se consideró lo siguiente:

#### **a. Materiales**

- Cuaderno de campo.
- lapiceros.
- Guantes estériles.
- Cooler.
- Frascos de polietileno con capacidad de 1 L.
- Preservante.
- Etiquetas.

#### **b. Equipos**

- Multiparámetro HACH HQ40d
- Cámara fotográfica.
- GPS

### **c. Instrumentos de protección**

- Overol
- Casco de seguridad
- Zapatos de Seguridad
- Bloqueador solar

#### *Procedimiento para el muestreo*

### **A. Ubicación de puntos**

- *Puntos de Muestreo:*
  - a) Aguas arriba (M - 1): Se tomó una muestra de agua alejada antes de ingresar al área de la Planta Metalúrgica.
  - b) Aguas arriba (M - 2): Se tomó una muestra de agua cercana antes de ingresar al área de la Planta Metalúrgica.
  - c) Aguas abajo (M - 3): Se tomó una muestra de agua a 50 metros debajo de la Planta Metalúrgica.
  - d) Aguas abajo (M - 4): Se tomó una muestra de agua a 30 metros debajo de la relavera.

### **B. Toma de muestras**

- *Aspectos generales*

Al tomar las muestras de agua se ubicó las coordenadas Norte(N) y Este (E) con el GPS. Estas coordenadas UTM WGS 84, se marcaron en las etiquetas que fueron colocadas en las botellas de muestreo.

En campo se analizaron los siguientes parámetros: Temperatura, pH y conductividad. Datos como la ubicación, descripción del lugar y la

medición de parámetros in-situ se registraron en la cadena de custodia.  
(GreenLab, 2020)

- ***Datos tomados en el campo.***

Se registraron los siguientes datos: Registro del lugar, ubicación UTM, hora y fecha de la toma de muestra, localidad; distrito, provincia y departamento, condiciones climáticas, y datos personales.

- ***Etiquetado y conservación de las muestras***

Se colocó la etiqueta en el frasco de la muestra para posteriormente rellenarlo haciendo uso de un plumón indeleble. La conservación se realizó en un cooler, para evitar el cambio de temperatura y para cubrirlo de la luz solar. (MINSA, 2015)

#### **2.2.14. Análisis químico de las muestras**

Una vez ya preservadas, se enviaron las muestras a un laboratorio acreditada en los parámetros por INACAL, garantizando que los resultados de los análisis físico químicos sean confiables.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### ***Aguas Arriba***

Se define como el agua que viene antes de ingresar al proceso de la Planta Metalúrgica.

#### ***Aguas Abajo***

Se define como el agua que pasa metros debajo de la Planta metalúrgica y relave.

#### ***Agua de riego***

Es el agua que se destina al riego de cultivos vegetales que se consumen crudos o cocidos.

### ***Agua residual***

Son aguas con impurezas resultantes del uso de aguas en diferentes orígenes, por ello el agua no conserva sus características originales y representa un riesgo al ser vertida a los cuerpos receptores.

### ***Agua industrial***

Son todas aquellas aguas que se generan durante las actividades industriales como es el caso de los procesos dentro del sector minero, estas pueden tratarse y volver a reutilizarse en los mismos procesos.

### ***Cuenca hidrográfica***

Es la unidad territorial por donde drena el escurrimiento de la precipitación hacia un colector común, o mejor conocido como un río principal. La cuenca hidrográfica es de suma importancia para las zonas industriales. Mineras, agrícolas, etc. (Ambiental E. , 2024)

### ***Planta concentradora***

Planta de procesamiento de minerales que tiene como finalidad procesarlas en varias etapas hasta obtener concentrados de mineral.

### ***Chancadora de mineral***

Es una máquina que procesa al mineral de forma que produce dicho mineral con trozos de un tamaño menor al tamaño principal.

### ***Molino***

Sirve para moler el mineral procedente de la chancadora a partículas más finas para ser pasados a las celdas de flotación.

### ***Celdas de flotación***

Sirven para separar los minerales de acuerdo a su peso específico. Se utiliza diferentes reactivos para separar a los minerales.

### ***Cochas***

Son depósitos de concentrado de minerales, sirven para el secado de los diferentes tipos de concentrados de mineral.

### ***Concentrados de mineral***

Es el producto del resultado de un procesamiento de minerales que bajo diferentes métodos sea flotación, lixiviación, gravimetría u otros se obtiene.

### ***Presas de relave***

Son obras de infraestructura que tienen como objetivo la contención y almacenamiento del relave que se descarga en esta, producto de las actividades metalúrgicas. (Minas, 2020)

### ***Relaves***

Es un residuo sólido finamente molido, que se descarga de las plantas concentradoras, tiene roca molidas y restos de metales en mínima concentración no rentable. (BHP, 2024)

### ***Muestreos***

Este es un método para seleccionar una muestra de una población. Al seleccionar una muestra aleatoria, se espera que sus características puedan extrapolarse a toda la población. (GCFGlobal, 2024)

### ***Metales Pesados***

Son elementos químicos que al ingresar al organismo tienden a acumularse en grandes cantidades. peligroso para la salud de los organismos vivos. Ejemplos de los metales pesados más conocidos son: plomo, cobre, zinc, arsénico, etc. (DEMOGRÁFICO, 2024)



### ***Parámetros Fisicoquímicos***

Estas son las variables que nos permiten medir y evaluar. Un ejemplo es el análisis de agua, donde la medición de parámetros fisicoquímicos como la presencia de metales disueltos, pH, temperatura, etc., sirven como indicadores de la calidad del agua que gestionamos, frente a las herramientas de gestión ambiental que determinan estos parámetros.

### ***Estudio de Impacto Ambiental***

Es una herramienta de gestión ambiental que tiene como objetivo prevenir, minimizar y remediar el daño ambiental mediante el ajuste de proyectos o actividades, minimizando así los impactos negativos sobre el medio ambiente. (Sociedad Nacional de Minería Petróleo, 2010)

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La calidad del agua de la microcuenca Yacutinco debido al control del agua que se tiene en la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC y relavera, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a) Los indicadores fisicoquímicos del agua de la microcuenca Yacutinco, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.
- b) Los indicadores microbiológicos del agua de la microcuenca Yacutinco, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

## 2.5. Identificación de variables

### 2.5.1. Variable Independiente

Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos.

### 2.5.2. Variable Dependiente

Calidad de agua para riego agrícola.

### 2.5.3. Variable Interviniente

Estándares de Calidad Ambiental, Control del agua de la Planta Metalúrgica y relavera,

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

*Tabla 1. Variables e Indicadores*

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índice
<b>Independiente</b> Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos	Los Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos, incluyen tanto los parámetros medidos en campo como (Temperatura, pH, TDS, Conductividad), cómo también lo analizado en laboratorio.	Indicadores fisicoquímicos	Temperatura	°C
			pH	Unidad
			Conductividad	uS/cm
			DBO	mg/L
			OD	mg/L
			Cadmio	mg/L
			Cobre	mg/L
			Cobalto	mg/L
			Boro	mg/L
			Bario	mg/L

			Cromo	mg/L
			Manganeso	mg/L
			Arsénico	mg/L
			Plomo	mg/L
			Selenio	mg/L
			Hierro	mg/L
			Mercurio	mg/L
			Zinc	mg/L
			Aceites y grasas	mg/L
			Nitritos	mg/L
			Sulfatos	mg/L
			Bicarbonatos	mg/L
			Cloruros	mg/L
		Indicadores microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml
			Escherichia Coli	NMP/100ml
<b>Dependiente</b> Calidad del agua para riego agrícola	Calidad	Parámetros analizados para la calidad de agua de la microcuenca Yacutinco	Instrumento de Gestión Ambiental	Estándares de Calidad Ambiental DS N°004- 2017- MINAM

*Fuente: Elaboración Propia.*

## **CAPÍTULO III**

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

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Es la investigación aplicada porque busca conocer para hacer, para actuar, para modificar. En base a los resultados de las muestras de agua analizadas y la comparación con los instrumentos de gestión ambiental, preocupa la aplicación rápida de mejora en el control sobre una realidad de impacto ambiental negativo en la microcuenca de Yacutinco.

#### **3.2. Nivel de investigación**

Descriptiva, porque la finalidad es señalar las características y propiedades de las variables en un contexto determinado, de acuerdo con el método que sigue:

##### **Identificación del Área de Estudio**

Se reconoció el área de estudio levantando un inventario ambiental de la microcuenca Yacutinco, para ver que en caso se contamina la cuenca de qué manera se afectaría toda la biomasa o componentes ambientales de la microcuenca. Explicación de procedimientos.

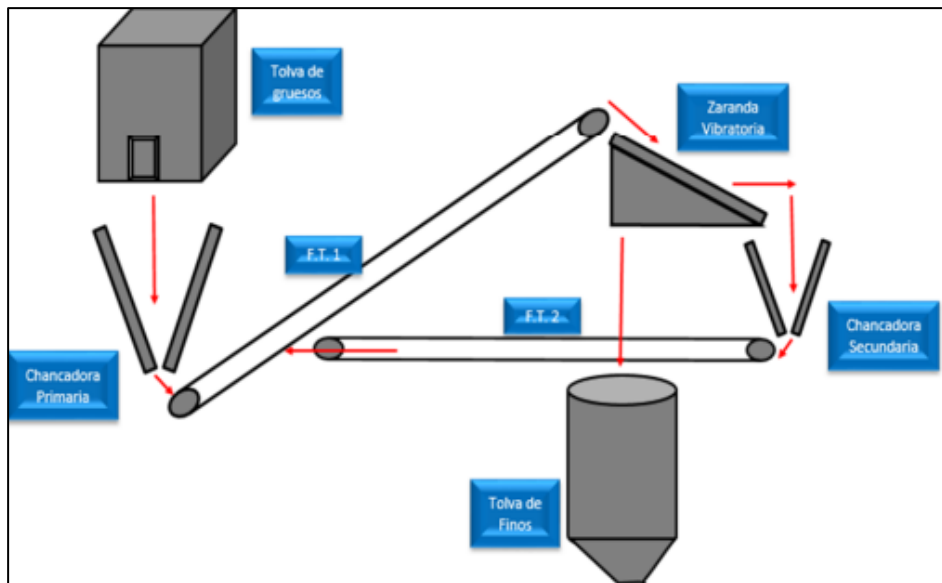
## *Inventario de la Microcuenca del Yacutinco*

### **A) Planta metalúrgica San Sebastián AMC**



- **Sección de chancado**

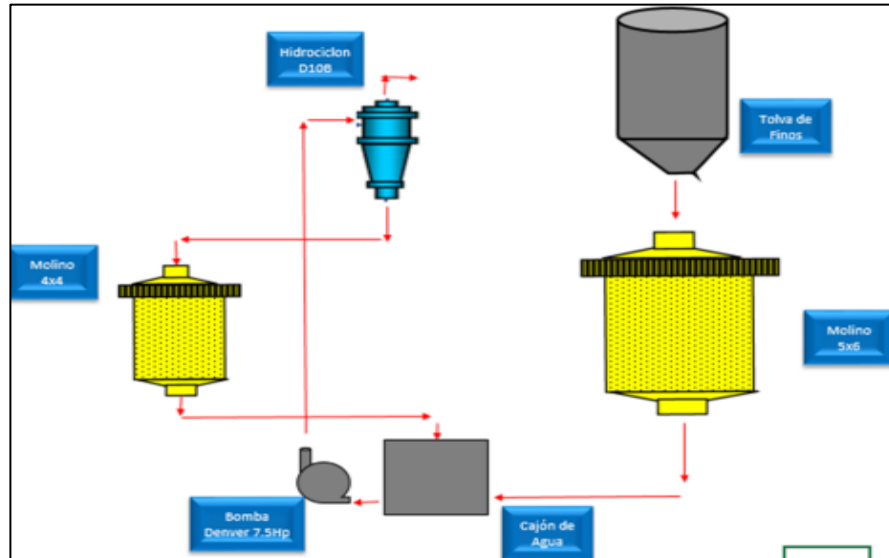
Los minerales polimetálicos, una vez acumulados son trasladados por palas a una tolva con capacidad de contener alrededor de 30 toneladas. Esta tolva se descarga a través de una compuerta que actúa como alimentador hacia la trituradora primaria, la cual está equipada con una zaranda fija que tiene unas dimensiones de 9" x 17" y una configuración de salida de (1,75" – 1"), impulsada por un motor de 21 HP. Luego, el mineral que ha sido triturado es llevado por una cinta transportadora número 1, que mide 45cm de ancho y 12,9 m de largo, hacia una zaranda vibratoria de 4x8 ft, que tiene una inclinación de 24° y una malla con perforaciones de 3/4". El material que pasa por la zaranda se envía a la trituradora secundaria que mide 6"x21" con una configuración de salida de (3/4" – 3/8"). Esta salida es trasladada mediante una cinta transportadora número 2, que tiene 6,59 m de largo y un ancho de 43,8 cm, que alimenta de nuevo a la cinta número 1, creando así un circuito cerrado inverso.



- **Sección de Molienda y Clasificación**

La etapa de molienda representa la fase final en el proceso de reducir el tamaño de los minerales, se busca liberar las menas que contienen azufre, como la Galena, Esfalerita, Calcopirita y Marmatita. En todos estos casos, la liberación se lleva a cabo considerando las características del mineral y su conexión con las impurezas.

La introducción de material en los molinos de bolas se efectúa a través de una puerta en la tolva de finos, para almacenar el mineral. Después de que el material pasa por la compuerta, es transportado hacia el molino primario de 5x6 pies mediante una cinta transportadora de 90 cm. El material que sale del molino y que tiene un tamaño inferior a malla 200 se envía a un clasificador húmedo. Desde ahí, los desechos del hidrociclón se dirigen al molino número 2 de 4x4 pies para una nueva molienda, con el fin de mejorar la liberación, y el producto resultante se reintroduce en la alimentación del hidrociclón, creando un circuito cerrado.



- **Sección de Flotación**

En esta fase se reúnen los minerales valiosos de las ganas mediante el método de burbujas, conocido como flotación. Este proceso o hidrometalúrgico se basa en un fenómeno físico-químico de las superficies de minerales sólidos, aprovechando las características hidrofóbicas de diversos minerales, como sulfuros, no sulfuros, metálicos y no metálicos.

En la planta metalúrgica San Sebastián AMC, después de la molienda, se recibe un suministro de los finos del Hidrociclón, estos tienen un tamaño de partícula de menos de 76 $\mu$ m y una densidad de pulpa de 1254 g.

- **Circuito de Cobre**

Para enfocar el cobre, se utiliza un acondicionador de 5x5 ft y luego un segundo de 4x4 ft, buscando alcanzar un pH cercano a 8, lo que es fundamental para crear las condiciones ideales para la flotación del cobre. La planta cuenta con un sistema formado por 5 celdas.

- **Circuito de Zinc**

Para extraer las menas de Zinc, como la blenda (ZnS) y la marmatita (ZnFeS, que es más difícil debido al hierro, se utiliza un circuito que recibe los relaves del banco de las Denver y de la celda del circuito de Plomo. Se recibe en un acondicionador de 7x6 pies, donde se ajusta a un pH de 11 para eliminar las gangas. Después de este proceso, se dirige a una máquina descabezadora, lo que permite que el concentrado vaya a las cochas y los relaves a un banco que consta de 6 celdas ,de esta manera, se obtiene el concentrado final de Zinc, que se dirige hacia las cochas.

- **Circuito de Plomo**

El primer descabezador que recibe el exceso del hidrociclón es una celda de 7x6 pies donde el material concentrado se envía directamente a las cochas en caso de minerales que contienen solo una mena. , por otro lado, se realiza una flotación bulk y el relave pasa a una segunda celda de las mismas dimensiones que la anterior. Luego, el concentrado de esta celda es llevado a una celda Cleaner de 4x4 pies, y el relave de esta tercera celda se envía a un conjunto de celdas del tipo Denver que consta 03 rougher y 03scavenger, todo esto se realiza para concentrar las menas de plomo (galena).

- **Reactivos colectores del proceso**

**Xantato amílico de potasio (z-6) c6h11ocs2k**

Es el reactivo clave en el proceso de flotación, esta forma una capa hidrofóbica sobre las partículas minerales. tiene una gran fuerza, siendo un colector para la flotación de sulfuros de cobre que están manchados



u oxidados. Cuando se usa en las cantidades correctas, el Z-6 puede ser más efectivo para algunas separaciones.

### **XANTATO ISOPROPÍLICO DE SODIO (Z-11) C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>OS<sub>2</sub>Na**

Es usado para minerales que contienen azufre. Su estructura aniónica tiene átomos de azufre en su parte polar, lo que les permite unirse fuertemente a los minerales sulfurosos. Como resultado, estos minerales son separados de manera muy efectiva de los otros materiales no valiosos. Se utiliza en la extracción de cobre, plomo y zinc. Entre los minerales sulfurosos más importantes se encuentran la calcopirita, la calcocita, la enargita, la galena, la esfalerita, la pirita y la pirrotita.

- **Reactivos espumantes del proceso**

#### **METIL ISOBUTIL CARBINOL (MIBC)**

Desarrolla una espuma que tiene la capacidad de retener burbujas con minerales hasta que sean sacadas de la máquina de flotación. Es un espumante de origen orgánico; la cual es usada para la flotación de sulfuros de manera selectiva, así como de minerales no metálicos, generando una espuma delicada.

- **Reactivos depresores del proceso**

#### **SULFATO DE ZINC (ZnSO<sub>4</sub>)**

Es uno de los principales agentes reguladores que actúan como depresores, utilizados para la flotación selectiva de minerales de cobre y plomo en la esfalerita. La esfalerita se deprime debido al hidróxido de zinc que se genera cuando el ZnSO<sub>4</sub> agregado a la pulpa reacciona con los ácidos y se adhiere a la superficie de la esfalerita. Como

consecuencia, se bloquea la interacción entre la superficie del mineral y el colector.

#### **CIANURO DE SODIO (NaCN)**

Partículas cristalinas de un tono blanquecino, estas se usan para recubrir y reducir minerales sulfurados como el hierro, cobre y zinc. Los iones de estos minerales forman iones muy estables con el cianuro. Los minerales que contienen iones metálicos, que no generan compuestos de este tipo con cianuro, como el plomo, bismuto, estaño, antimonio y arsénico, no son afectados por el cianuro.

- **Reactivos Activadoras del proceso**

#### **SULFATO DE COBRE (CuSO<sub>4</sub>)**

El CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, que es el sulfato de cobre con 5 moléculas de agua, produce cristales azules brillantes que son asimétricos. Este compuesto actúa como un activador para sulfuros de zinc que fueron deprimidos en la fase anterior (Circuito Bulk).

- **Reactivos reguladores de alcalinidad del proceso**

#### **CAL (CaO)**

Se utiliza la cal cáustica CaO y cal hidratada Ca(OH)<sub>2</sub>. Con la cal se obtiene soluciones con una concentración del 0,17% en peso a 22 °C. Se usa para recubrir la pirita y otros iones metálicos ya que ayuda a deprimirlos cuando se combina con los Xantatos.

### **B) Ambiente Físico**

Topografía y fisiografía. El área de la planta donde se desarrolló el proyecto MISAM UNO. Se ubica en el sector nor-este de una región de yacimientos polimetálicos, con presencia de suelos de areniscas del Grupo Mitu. El

proceso geodinámico y de modelamiento geológico de la superficie ha originado las siguientes unidades geomorfológicas.

**Unidades Geomorfológicas:**

➤ **Unidad de Cordilleras**

Está representada por la zona cordillera central, en el sector de Pasco.

➤ **Unidad de Aguas de Escorrentía**

Representado principalmente por las aguas del río Tingo y los distintos arroyos que convergen en él y los que desembocan en el río Huallaga.

➤ **Unidad de Lagunas**

La laguna Iscon representa el recurso hídrico de mayor volumen ubicado cerca de la concesión.

**Clima y meteorología:**

En el área de estudio la altitud tiene un papel importante en el clima, por lo que se presenta el siguiente clima: El periodo de sequía corresponde a los meses de mayo a noviembre, sin embargo, ocasionalmente en el altiplano y en la línea de cumbres se produce algo de precipitación, siendo casi nula en los meses de junio a agosto, estos meses son también los más fríos; las tempestades más altas se registran en noviembre y diciembre. Asimismo, se encuentra a 3840 m.s.n.m a más. Teniendo un clima templado y encontrándose entre las regiones Puna y Suni.

Las lluvias tienen su origen en los vientos alisios con nubes cargadas de humedad provenientes de la cuenca amazónica que se enfrían en la zona alta de la cordillera y al encontrarse con nubes más calientes que suben del pacífico, se producen fuentes de alta precipitación. El clima de Yacutinco es

típico de la sierra central del Perú. Tiene un clima de puna, frío y seco durante todo el año, con una estación lluviosa que ocurre entre diciembre y abril.

**Tabla 2.** Principales Condiciones Climatológicas que Caracterizan al Área

<b>Temperatura</b>	Verano	Máximo 20°C
		Promedio 18°C
	Invierno	Máximo 12.2°C
		Promedio 5.5°C
<b>Precipitación Promedio mensual</b>	190 mm	
<b>Viento</b>	Dirección	NW - SE N-S
	Velocidad Máxima Promedio	30-39 Km./ h

**Temperatura:**

Existen estaciones meteorológicas ubicadas en áreas de la hoya hidrográfica del Lago Junín, similares al área del proyecto, las que nos permiten tener una buena idea del régimen de temperatura. De acuerdo a estudios existentes del Plan director nacional de aprovechamiento de recursos del lago Junín – Estudios de Climatología. (SERNANP) .

El gradiente de temperatura en la cuenca de los ríos, por encima de los 4,000 m.s.n.m. es de  $-0.6^{\circ}$  por cada 100 metros. Puede apreciarse una notable oscilación térmica durante el día, siendo más pronunciada en el mes de Julio, donde dicha variación alcanza, en promedio, desde 15 °C a  $-2^{\circ}$  C. Según los cálculos, se obtienen los siguientes valores de descargas máximas para un período de retorno de 50, 100 y 500 años

**Tabla 3 .**Descargas Máximas

CUENCAS	AREA KM <sup>2</sup>	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (mm/h)	DESCARGA MÁX. PROBABLE (m <sup>3</sup> /s)		
			50	100	5000
Cuenca	56	4.3	68.6	74.1	86.8
Subcuenca	7.2	8.0	4.3	4.6	5.4

### **Hidrología de la microcuenca de la Quebrada Yacutinco:**

El aporte hídrico constante está fijado por el Río San Sebastián 1 y 2, la misma que se encuentra situada a 3 785 msnm, y tiene un espejo de 1.80 Has aproximadamente. Los parámetros fisiográficos de esta cuenca son

- Área de la cuenca 56 Km<sup>2</sup>
- Longitud de curso principal 5.5 Km.
- Pendiente media del curso principal 12.2 %
- Altitud media de la cuenca 3 800 m.s.n.m.

### **Geología:**

En el área de la concesión afloran yacimientos vetiformes (vetas) emplazados en calizas del Grupo Pucará, que conforman estratos con azimut S 20° E y buzamiento entre 30° y 25° al SW, con un espesor de 2 cm. a 1mt. La litoestratigrafía que caracteriza el área de la concesión está conformada por rocas del Grupo Pucará, la más antigua, y el Grupo Mitu infrayaciendo al Pucará, que consiste en una secuencia de lutitas, pizarras y areniscas rojizas, predominante en el área de interés.

- Grupo Pucará: Se observa que se encuentra conformada por dolomitas, calizas dolomíticas, calizas gris oscuras, existen variedades de espesores en sus estratos.
- Grupo Mitu: El grupo mitu mayormente una secuencia clástica de origen continental, asociado a eventos vulcanoclásticos. Encontrándose constituida por conglomerados, areniscas y limoarcilitas intercaladas con vulcanistas (lavas andesititas).
- Depósitos Cuaternarios: Están emplazados en la parte baja de las cuencas; localmente, su distribución es restringida por la reciente

formación de los valles. El valle de la quebrada Yacutingo, lo constituyen los depósitos de pie de monte, que se distribuyen en el entorno de la quebrada Yacutingo.

- Litoestratigrafía: El Grupo Pucará se encuentra suprayacendo al Grupo Mitu, cuyo tope llega hasta el Leonadiano (pérmico inferior) y está cubierto por las calizas del Grupo Pucará en similar posición (Triásico superior-Jurásico inferior). De acuerdo a su posición estratigráfica, se asume que el grupo Mitu se acumuló durante el Permiano superior a Triásico inferior.

### **Riesgos Naturales:**

Fenómenos de Geodinámica Externa: El área de la quebrada Yacutingo es una zona donde la configuración superficial está siendo modelada intensamente por procesos de geodinámica externa, a partir de su ubicación y lo importante del efecto de los eventos que ocurren y que pueden tipificarse en los siguientes fenómenos

- a. Aluviones
- b. Caída de bloques
- c. Deslizamientos
- d. Potencial de inundación y flujos superficiales

### **Tectónica y Sismicidad De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica del Perú:**

El área perteneciente al Proyecto, materia del presente estudio ambiental, corresponde a un área de sismicidad media, determinada como Zona 2, debido a que está asociada a los procesos tectónicos regionales y según el Mapa de Intensidad Sísmica elaborado por el Instituto Geofísico del Perú.

Todos los sismos en la porción oceánica corresponden a la zona de subducción, mientras que en la porción continental se incluyen los sismos de la zona de Benioff, con profundidades focales mayores a 70 Km. y los sismos continentales que son superficiales y las aceleraciones están entre 0.30 y 0.32 g para un retorno de 100 años.

#### **Calidad de aire y ruido:**

Para conocer las condiciones de la calidad del aire en el área de la operación a implementarse, realizaron un monitoreo ambiental de contaminantes atmosféricos, de acuerdo a lo establecido en los Estándares de Calidad de Aire (ECA) y de la R.M. N° 315-96-EM/VMM, evaluándose partículas en suspensión, en las estaciones de muestreo definidas como AC-01 y AC-02, ubicados a la margen izquierda de la Quebrada. Yacutinco antes y después de la zona industrial, correspondiendo a sotavento y barlovento, según la dirección de los vientos al NE.

*Tabla 4. Resultados de las concentraciones de partículas en Suspensión  
Proyecto MISAM UNO – Julio del 2007*

<b>ESTACIÓN DE MUESTREO</b>	<b>PM-10 µg/m3</b>	<b>Pb µg/m3</b>	<b>As µg/m3</b>
<b>AC - 01</b>	51.56	0.034	0.0038
<b>AC - 02</b>	70.23	0.047	0.0054
ECA*	150 (1)	1,50 (2)	---
NMP**	350 (1)	1,50 (2)	6,0 (1)
D.S N° 009-2003-SA.	>250 (3)	-	-
	>350 (4)	-	-
Tipo de alerta Peligro Emergencia	>420 (5)	-	-

\* D.S. N° 074-2001PCM

\*\* R.M. N° 315-96-EM/VMM)

Concentración media aritmética diaria.

(2) Concentración mensual

NMP D.S N° 009-2003-SA.

(3) Concentración media aritmética diaria.

(4) Concentración mensual

(5) Promedio 24 horas

- **Evaluación de los Resultados:** El resultado de la concentración de partículas con diámetros menores de 10 µg (PM10) fue de 51.56 y 70.23 µg/m<sup>3</sup>, la cual se encontraba muy por debajo de los ECA establecidos en el D.S. N° 074-2001-PCM y del límite máximo permisible (LMP) de la 48 48 R.M. N° 315-96-EM/VMM. Los elementos metálicos evaluados Pb y As no presentaron concentraciones significativas y los valores están por debajo de los LMP, tanto para lo establecido por la ECA en el D.S. N° 074-2001-PCM, como por el D.S N° 009-2003-SA.

#### **Recursos de Aguas Subterráneas:**

En el área de estudio hay manifestaciones de aguas subterráneas como afloramiento de manantiales o puquiales, los mejores puntos de la evidencia de la ocurrencia de esta agua son los bofedales, que se distribuyen en diversos puntos y las fuentes de agua. Los depósitos coluviales, aluviales – aluviales de la quebrada Yacutinco, tienen un espesor que puede llegar a los 15 m. de espesor, sobreyace al substrato rocoso Leonadiano del Grupo Mitu, que afloran en gran proporción en el área de la microcuenca.

#### **Recurso suelo:**

- **Capacidad de Uso Mayor de los Suelos:** La capacidad de uso mayor de los suelos regionalmente está representada por los suelos tipo Consociación X. Estos suelos representan la asociación de tierras más extensas del país, abarcando una superficie total aproximada de 33'002,260 Hás., es decir, el 25.68% de la superficie territorial. Está constituida por las denominadas Tierras de Protección que por su deficiencia severa e inapropiada no permiten su utilización para sus propósitos agropecuarios o forestales de producción dentro de márgenes económicas.



### **C) Ambiente Biológico.**

Se evaluó la zona que comprende el área de influencia directa del proyecto de La Concesión Minera San Sebastián - Proyecto Minero MISAM UNO. Se consultó con la bibliografía sobre el lugar para complementar la información sobre el área de influencia indirecta. El sitio del proyecto se ubica a una altitud de 3800 m. s. n. m. presentando las características de las Regiones Puna y Suni. Esta se extiende en promedio desde los 4 000 m.s.n.m. hasta las más altas cumbres andinas 5 700 m.s.n.m.

#### **Formaciones Ecológicas:**

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

- **Páramo pluvial subalpino – Subtropical (PP-SAS):** El área del proyecto en términos de Clasificación Eco-Regional y basándonos en el Mapa Ecológico, se clasifica como Eco-Región páramo pluvial subalpino – subtropical (PP-SAS) y a la Eco-Región de Serranía Esteparia en su zona media y alta. En los lugares pedregosos o peñascosos se encuentran líquenes de tallo crustáceo, como por ejemplo el *Rhizocarpon geographicum*, de tallo foliáceo, y especies del género *Gyrophora*.

#### **Flora:**

- **Ecosistema Terrestre:** Con respecto al área ocupada por la Concesión Minera MISAM UNO, se ha determinado con el trabajo de campo las

siguientes formaciones vegetales: Bofedal, el complejo de bofedales se caracteriza por tener una morfología almohadillada. Los bofedales son permanentemente inundados por aguas de flujo lento a rápido. Prácticamente está definida por la presencia de especies de los géneros *Distichia*, *Alchemilla* y *Plantago*. En su composición florística se encuentran especies almohadilladas y no almohadilladas.

En el área de estudio se han identificado diferentes especies de plantas las cuales presentamos a continuación:

**Tabla 5.** Lista de Flora Silvestre de la Zona del Proyecto

<b>Nombre Vulgar</b>	<b>Nombre Científico</b>
Líquenes	<i>Parmalia flaventior</i>
Musgos comunes	<i>Sphagnum</i> sp
Helechos macho	<i>Cyathea</i> sp.
Cola de caballo	<i>Equisetum giganteum</i>
Pacha salvia	<i>Lepechinia meyenii</i>
Ortiga de campo	<i>Urtica magellanica</i>
Ortiga crespita	<i>Urtica flabellata</i>
Ichu	<i>Stipa ichu</i>
Coca coca	<i>Antennaria linearifolia</i>
Llantén macho	Plantado mayor
Crespillo	<i>Calamagrostis vicunaru</i>
Huamanpinta	<i>Chuquiraga spinosa</i>
Champa estrella	Plantado rigida
Quinual	<i>Polylepis incana</i>
Chipe	<i>Cassia tomentosa</i>
Yuyo	<i>Brassica rapa subsp campestris</i>

Eucalipto	Eucaliptos sp
Cortadera	Cortadeira seollana
Cipres	Cupressus macrocarpa
Colle	Buddleja incana
Sauco	Sambucus peruviana
Pacha taya	Baccharis Caespitosa

**Tabla 6.** *Número de Especies, Cobertura e índice de Diversidad de las Principales Formaciones Vegetales.*

ECOSISTEMA	NÚMERO DE ESPECIES	COBERTURA (%)	INDICE DE DIVERSIDAD (H)
Roquedal	24	77	3.3027
Bofedal	15	85	3.1391
Césped de puna	6	100	2.0864

**Fauna:**

- **Inventario de Fauna:** En las laderas con vegetación mixta los mamíferos más comunes son la vizcacha, zorro, zorrillo y roedores. En los barrancos de tierra, las aves más comunes son el pito Colaptes rupícola, el gacharanca y el gavián.

**Tabla 7. Lista de Fauna Silvestre de la Zona del Proyecto**

<b>Nombre Vulgar</b>	<b>Nombre Común</b>
Águila	Morphnus guianensis
Acacllu	Colapses rnpicola
Yukisho Chihuaco	Ostinops deruma
Gacharancas	Passeriformes Fringillidae
Gavilán plumizo	Buteo sp
Halconcillo	Falco sparverius
Perdiz	Crypturellus casiquiare
Murciélago	Mormopterus phrudus
Zorro	Pseudalopex culpaeus
Zorrillo	Conepatus rex rex
Vizcacha	Lagidium pernivianum
Rata	Rhipidomys ochrogaster
Ratón	Akodon andinus
Sapo	Bufo spinalosus
Araña	Order Araneae
Escarabajo	Hymenoptera
Saltamonte	Orthoptera
Escorpión	Stenocercus melanopygus
Mosca	Order Araneae
Luciérnaga	Lampyris noctiluca
Mariposa	Lepidoptera
Abejas	Hymenoptera

Los pobladores de la zona en las partes altas y bajas, en muy pequeña escala, se dedican a la crianza de ganado ovinos de raza criolla de carne. Crían también ganado caballar y en menor proporción, aves de corral, porcino y animales menores como cuyes y conejos.

#### **D) Ambiente socio-económico**

Esta sección describe el ambiente socioeconómico relacionado con el “Proyecto de Construcción y Operación de la Planta de Beneficio y Presa de Relaves de la Concesión “MISAM UNO”. El Estudio de Línea Base Socioeconómica evaluó el área de influencia socioeconómica de acuerdo a la “Guía de Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental y Relaciones Comunitarias del Ministerio de Energía y Minas del Perú”. Con estos criterios, se evaluó un área de influencia directa que comprende a la Comunidad Campesina de Yacutingo. Esta Comunidad Campesina se ubica en el Distrito de Yarusyacan, Provincia de Pasco en el Departamento de Pasco, siendo esta directamente impactada por el proyecto.

#### **Ubicación del Proyecto:**

El proyecto de Planta de Beneficio y Presa de Relaves de la Concesión MISAM UNO tiene influencia directa en la Comunidad Campesina de Yacutingo, el cual se encuentra localizado en el distrito de Yarusyacan, perteneciente a la Provincia de Pasco, Departamento de Pasco. Esta comunidad se encuentra en las estribaciones de la Cordillera Central del Centro del Perú, con altitudes que oscilan entre los 3800 m.s.n.m. y a más de 4500 m.s.n.m., perteneciendo geográficamente a la región Puna respectivamente.

### **Ambiente Socio Económico, Ambiente Social y Consideraciones Sociales**

La Comunidad Campesina de Yacutinco ha venido experimentando variaciones temporales debido a la violencia política que se experimentó en la zona, especialmente durante los años '80s y principios de los años '90s. Asimismo, por la disminución que experimentó y aún continúa experimentando la actividad agropecuaria debido a la baja rentabilidad que proporciona a quienes se dedican a esta actividad. Por ende, los moradores de esta población han sufrido una variación considerable por las razones anteriormente mencionadas, reflejándose en la migración e inmigración continúa hacia y fuera de la comunidad.

### **Control sobre los Recursos Locales**

La Empresa San Sebastián ha llegado a un acuerdo formal con el propietario de los terrenos en donde se emplazó las instalaciones de la planta de beneficio y la presa de relaves. No se afecta directa ni indirectamente los terrenos de las comunidades adyacentes a la unidad minera. Salvo en el caso de que la empresa vea por conveniente ampliar sus actividades, la empresa recurrirá a las instancias o autoridades de la Comunidad Campesina de Yacutinco para la negociación complementaria respectiva, con el fin de obtener las concesiones y la imposición de servidumbre de los terrenos que requiera la empresa.

### **Características de la Población:**

- El Distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan tiene una población censada de 4459 habitantes en el año 2017. La población en el distrito se compone de 57.50% hombres y 42.50% restantes mujeres.

- El índice de masculinidad (57.50%) contrasta con el reportado en muchos campamentos mineros (casi 1%) indicado que en la zona aún predominan otras actividades como la agricultura.
- La población en el Distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan es predominantemente joven, el 92 % de la población es menor a 65 años, y solo el 2 % de la población tiene más de 65 años de edad. (INEI, 2018)

#### **Distribución de la Población:**

- La Comunidad Campesina de Yacutinco es eminentemente rural, es decir, la mayoría de sus pobladores se sientan en una unidad geográfica denominada anexo.
- La población urbana para 2017 fue de 100%, lo cual es característico de la relevancia de la agricultura y minería a menor escala como actividad económica. Normalmente la población rural disminuye a medida que se incrementa la actividad minera, pero en nuestro caso la dispersión de los yacimientos y operaciones puede atenuar este efecto, dando también más oportunidades que ofrece esta nueva actividad.

#### **Ambiente Económico:**

- **Usos y Valores de la Tierra:** El estudio del uso actual del suelo, permite determinar las formas e intensidad de aprovechamiento de los distintos espacios y recursos disponibles en un determinado ámbito territorial. Particularmente, los terrenos de la Comunidad Campesina de Yacutinco se caracterizan por presentar un territorio frío, con afloramientos rocosos de tercera categoría en el interior y con una superficie extensa de pastos naturales de mediana calidad, especialmente en la zona de emplazamiento del proyecto, condición determinante para que las tierras

de este territorio sean consideradas solo para la actividad pecuaria, minera y agrícola. Sin embargo, en otras zonas de la comunidad también se pueden encontrar grandes extensiones de terrenos en donde se lleva a cabo la agricultura siendo el principal producto, la papa.

#### **Principales Actividades Económicas:**

- **Actividades Agropecuarias y Minería:** Los pobladores de la Comunidad Campesina de Yacutinco se dedican en gran medida a la actividad agropecuaria siendo esta de mediana envergadura. Es decir, desarrollan ciertas actividades propias de su condición como la crianza de ganado vacuno y camélidos americanos como alpacas, ovejas y en menor proporción ganado porcino y animales menores como aves de corral, cuyes, etc. También se dedican a la agricultura, siendo su principal cultivo, la papa. Estas actividades son de manera periódica ya que gran parte del año se dedican básicamente a la minería, ya que cercanos se encuentran importantes yacimientos mineros.

#### **Identificación de otros Centros Poblados:**

- El centro poblado Yacutinco cuenta con una Institución Educativa llamada Escuela Primaria I. E N° 34584.
- La población más cercana al área de la concesión es el centro poblado de Yacutinco, existen además Centros Poblados menores en ambas márgenes del río Tingo, dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.

#### **Vías de Comunicación:**

Carretera Cochacharao – Yacutinco, la red vial local está vinculada directamente a la dinámica socioeconómica y a la geografía del territorio. Las



vías, integran centros de producción y mercados locales, a su vez responden a flujos migratorios. Las vías de acceso existentes en el proyecto se ubican en la margen del río Tingo, por la margen izquierda son trochas carrozables, que articulan los pequeños centros poblados.

### **Sistema Productivo**

La actividad económica principal de los habitantes del centro poblado de Yacutingo es la ganadería y la agricultura; siendo la minería una actividad secundaria desarrollada por la comunidad en el sector.

### **Infraestructura de Riego**

Las tierras son cultivables, se pueden realizar cultivos todo el año. La estacionalidad de las lluvias y la topografía accidentada y la altura en la zona determina condiciones limitantes para la producción. Observándose en algunos años irregularidad, determinando periodos de sequía, con los consecuentes perjuicios a la producción agrícola y ganadera. Los cultivos principales de la zona son la papa, avena, quinua, habas, etc.

### **Organizaciones Sociales**

- Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos de la Agricultura (PRONAMACHCS), que tiene como función brindar apoyo a la agricultura de la región.
- Programa Nacional de Asistencia Alimentaria (PRONAA), que tiene como función el abastecimiento de alimentos a los Comedores Populares y Clubes de Madres.
- Vaso de Leche, que tiene como función proveer de insumos para atender los desayunos de los niños del lugar.

- Clubes de Madres, que cumple una función de asistencia a las madres del lugar.

#### **E) Ambiente de interés humano**

No se observa áreas arqueológicas en el área de la planta metalúrgica.

### **3.3. Método de investigación**

Es el método analítico de investigación de lo genérico a lo específico para identificar impactos negativos en la microcuenca de Yacutinco.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es no experimental, ya que es comparativo con enfoque cuantitativo, donde se tuvo como objeto evaluar la contaminación de la planta metalúrgica y relave en la microcuenca Yacutinco en la microcuenca Yacutinco, basándonos en el resultado de los parámetros fisicoquímicos.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Todas las aguas de la microcuenca Yacutinco, estas aguas son; las aguas residuales, aguas subterráneas y las aguas industriales.

#### **3.5.2. Muestra**

Las muestras pertenecen a los 04 puntos de monitoreo: Las 02 primeras son del agua que ingresa a la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC (Aguas arriba), y los 02 restantes pertenecen a donde se convergen el drenaje de la planta concentradora y relavera, y el agua de la microcuenca Yacutinco (Aguas abajo)

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

Se realizó una verificación in-situ del área donde está instalado la planta metalúrgica y la microcuenca Yacutinco del cual se utiliza el agua para el tratamiento de minerales. Mediante SIG se verificó que las aguas de la

microcuenca Yacutinco drenan sus aguas a la subcuenca del Tingo Palca y cuenca del Huallaga.

La técnica empleada para recoger información fue la observación directa, objetiva y sistemática.

### **3.6.1. Técnicas**

Se identificaron los puntos a monitorear, aguas arriba y aguas abajo de la microcuenca Yacutinco, haciendo uso de un GPS.

Para la recolección de datos in situ, se utilizó el equipo multiparámetro HACH HQ40d, determinando la Temperatura, Potencial hidrogeno, Sólidos totales disueltos, y Conductividad eléctrica, los cuales se registraron en el cuaderno de campo.

El muestreo de agua para los análisis fisicoquímicos se hizo con frascos esterilizados de capacidad de 01 litro, añadiéndoles preservante, y luego almacenándolo en un cooler con hielo para ser remitidas ser transportadas hacia el laboratorio acreditado por INACAL.

### **3.6.2. Instrumentos**

- Multiparámetro
- GPS
- Cámara fotográfica
- Frascos de polietileno de 1L
- Libreta de campo

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

Se validaron y calibraron los instrumentos con los ingenieros especialistas de la planta metalúrgica, teniendo una validación del 100%.

Las muestras enviadas fueron analizadas en laboratorio confiable, ya que cuenta con la acreditación de INACAL.

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

Obtenido los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras correspondientes, estas fueron procesadas en cuadros y gráficos de barras, comparándolas con los instrumentos de Gestión ambiental (Ley general de aguas – Clase III), siendo aplicable en base al inicio de operaciones de la Planta Metalúrgica

### **3.9. Tratamiento estadístico**

La información adquirida de los parámetros analizados en el lugar y recibidos de laboratorio, se tratarán haciendo uso de las hojas de cálculo en Excel, indicando los resultados obtenidos.

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

Para la investigación se tuvo presente y se aplicó el respeto a todos los componentes ambientales, tomando en consideración los valores éticos de cuidado al agua, suelo, flora, fauna, socio económico y de interés humano, direccionado a una buena calidad de vida y desarrollo sostenible.

Asimismo, se respetó las el Reglamento general de grados académicos y títulos profesionales 2022 definidas por la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### 4.1.1. Vista Satelital de la zona de Estudio



**Tabla 8. Puntos de Monitoreo**

<b>COD.</b>	<b>Coordenadas UTM* Zona 18 S</b>		<b>Altitud</b>
	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>(m.s.n.m)</b>
M – 1	8835204	365937	3896
M – 2	8834994	365862	3848
M – 3	8835133	365793	3836
M – 4	8835301	365604	3793

\*Sistema del Datum Referencial WGS 84

### ***Reconocimiento de campo de la zona de estudio***

Se realizó el reconocimiento de aporte hídrico constante fijado por el Río Yacutinco, la misma que se encuentra situada a 3 785 msnm, y tiene un espejo de 1.80 Hás aproximadamente. Los parámetros fisiográficos de esta cuenca son:

- Área de la cuenca 56 Km<sup>2</sup>
- Longitud de curso principal 5.5 Km.
- Pendiente media del curso principal 12.2 %
- Altitud media de la cuenca 3 800 m.s.n.m.

### ***Descripción de los procesos***

Se tomó la primera muestra aguas arriba antes de llegar a la planta de beneficio, otra segunda muestra aguas arriba antes de la primera muestra, la tercera muestra aguas abajo a 50 m de la planta de metalúrgica San Sebastián AMC y la última y cuarta muestra a 30 m de la relavera.

### ***Identificación de la distribución del agua***

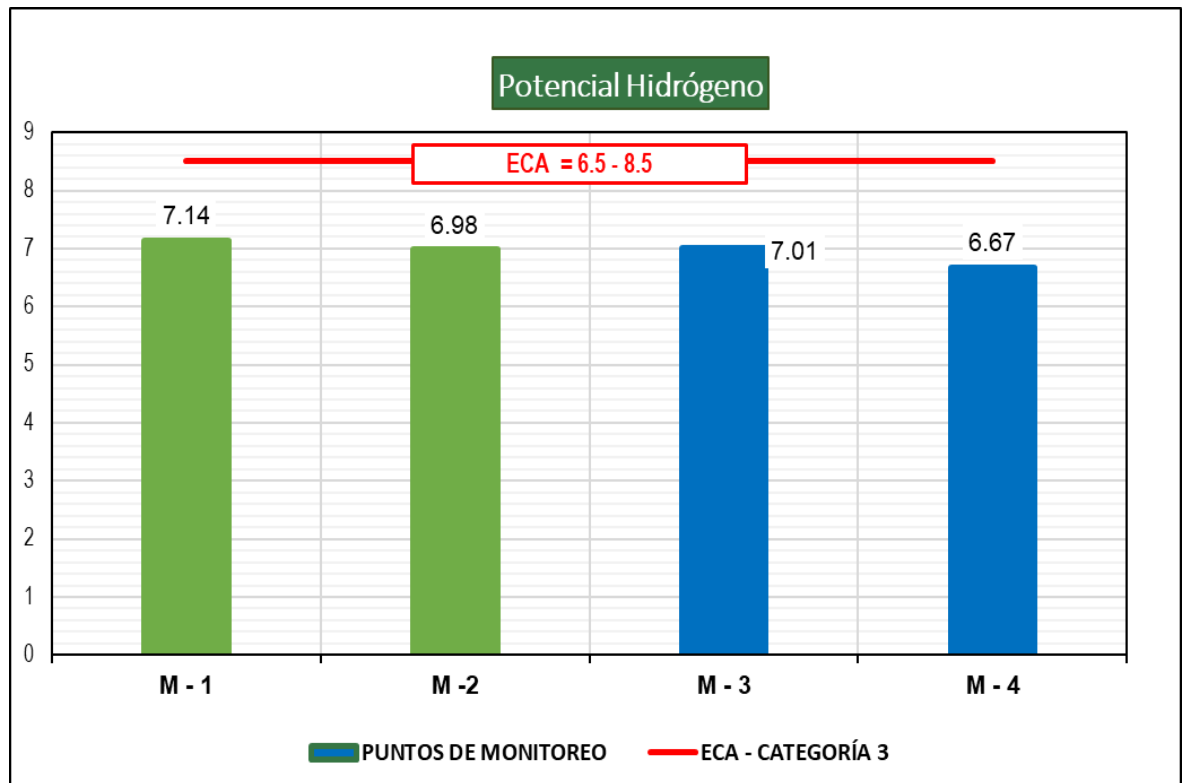
El agua se distribuye dentro de la planta metalúrgica para el chancado, molienda, flotación y el traslado de concentrados de mineral hacia las cochas o depósitos de concentrados y el depósito de los relaves en la relavera.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Resultados obtenidos de la medición de parámetros In situ:

*Gráfico 1. Potencial Hidrógeno*

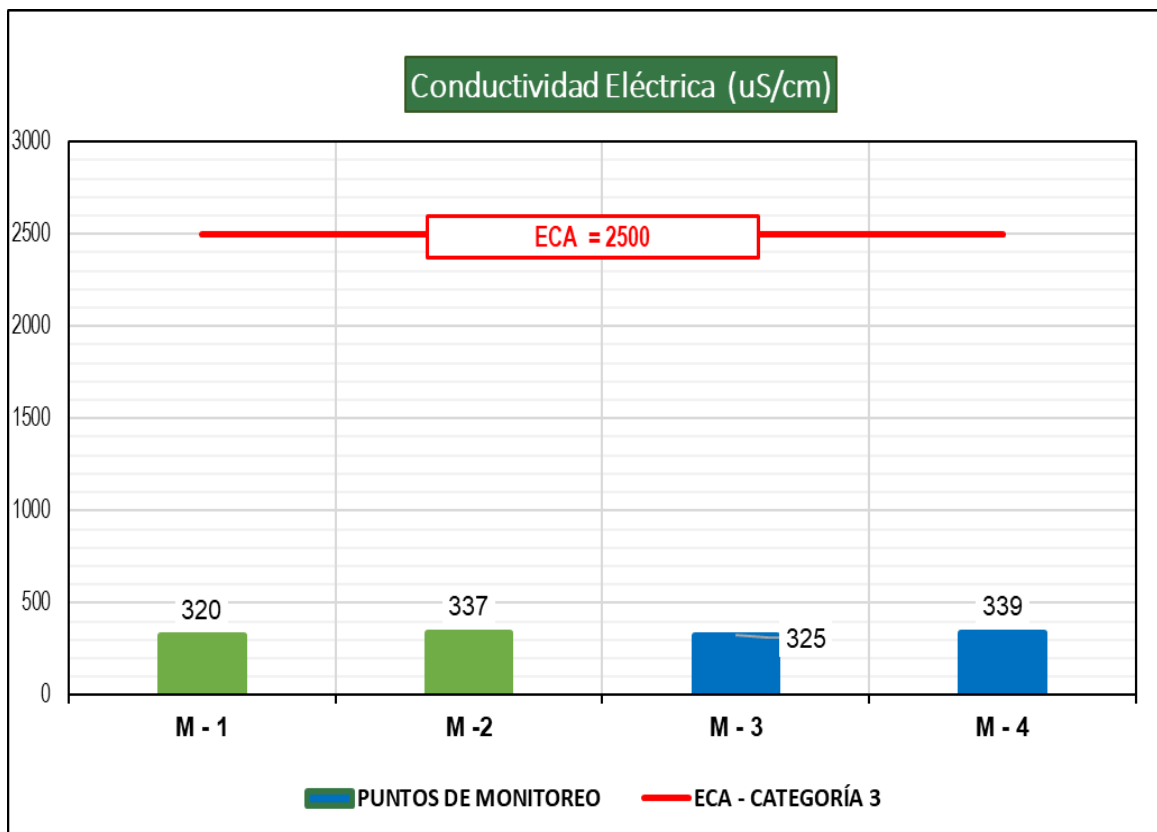
Potencial Hidrógeno				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
7.14	6.98	7.01	6.67	6.5 – 8.5



**Interpretación:** Se determina que el potencial hidrógeno de los 04 puntos de monitoreo tiene valores cercanos a 7, es decir neutro, por ende, cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, se evidencia que la roca lecho influye en ello al mantener estos valores tanto en aguas arriba y aguas abajo.

**Gráfico 2. Conductividad Eléctrica**

Conductividad Eléctrica (uS/cm)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
320	337	325	339	2500



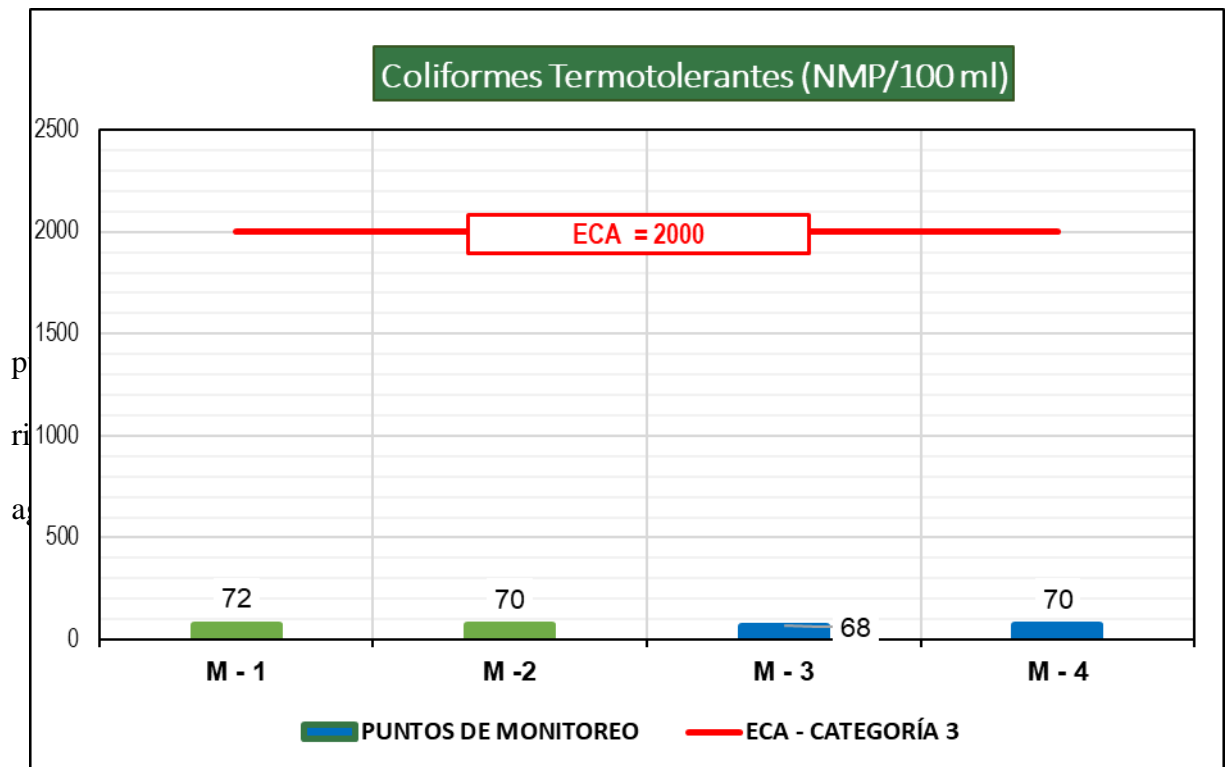
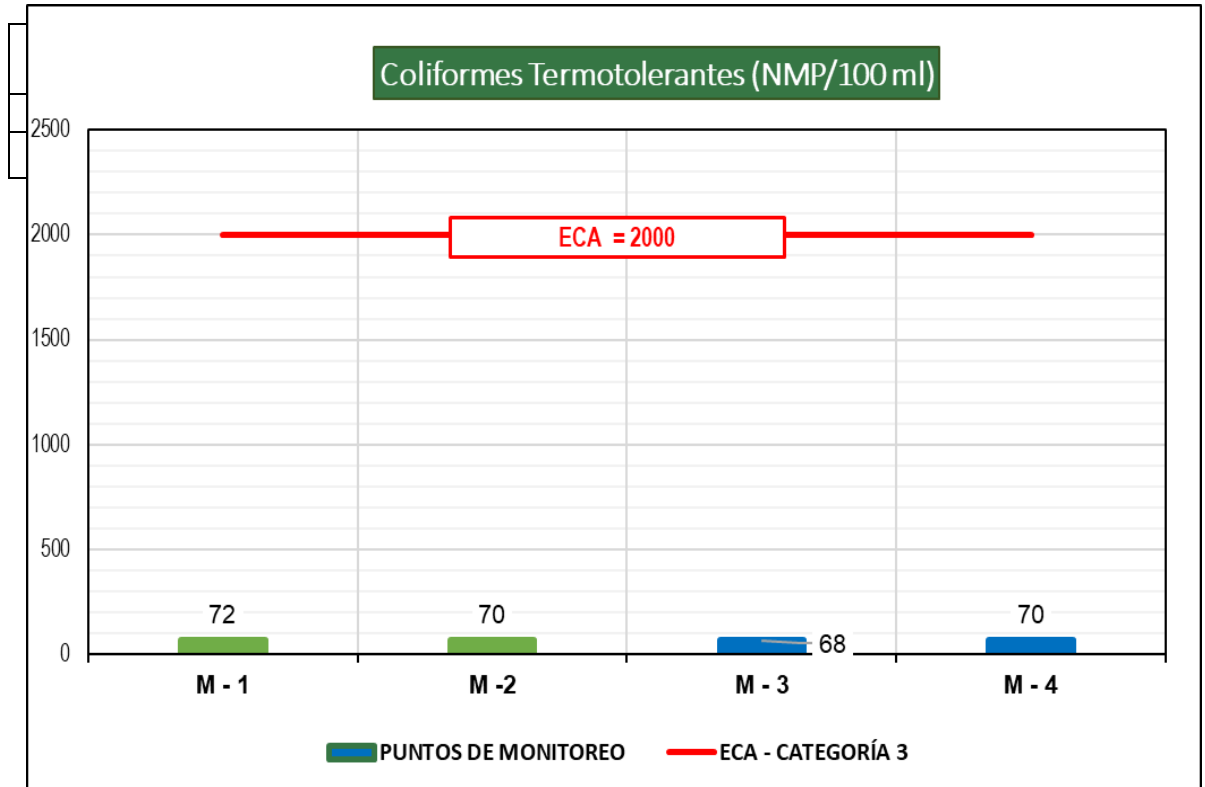
**Interpretación:** Se determina que la conductividad eléctrica de los 04 puntos cumple con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales de y bebida de animales, siendo este indicador de baja concentración de sólidos disueltos y porcentaje de salinidad, manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.



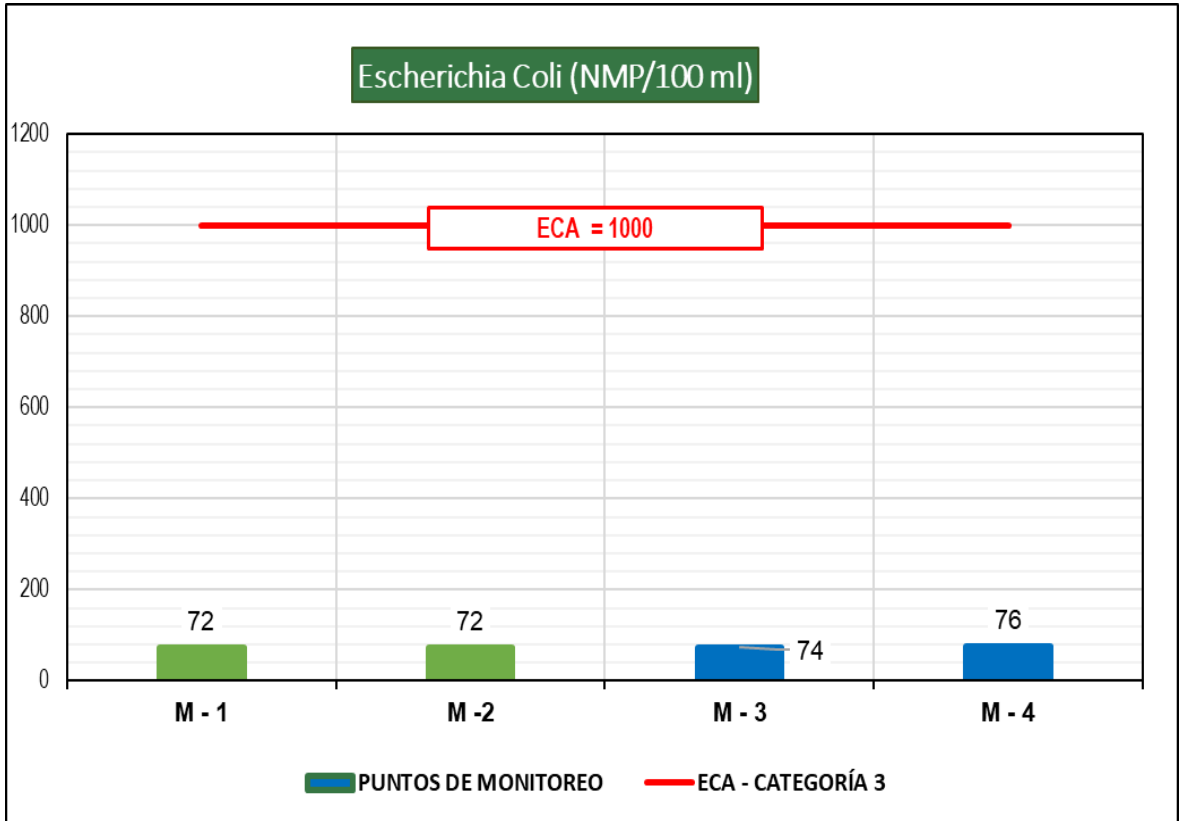
#### 4.2.2. Resultados obtenidos de los análisis de laboratorio:

##### *Resultados microbiológicos y parasitológicos:*

*Gráfico 3. Coliformes Termotolerantes*



Escherichia Coli (NMP/100 mL)				
M -1	M -2	M -3	M -4	ECA
72	72	74	76	1000

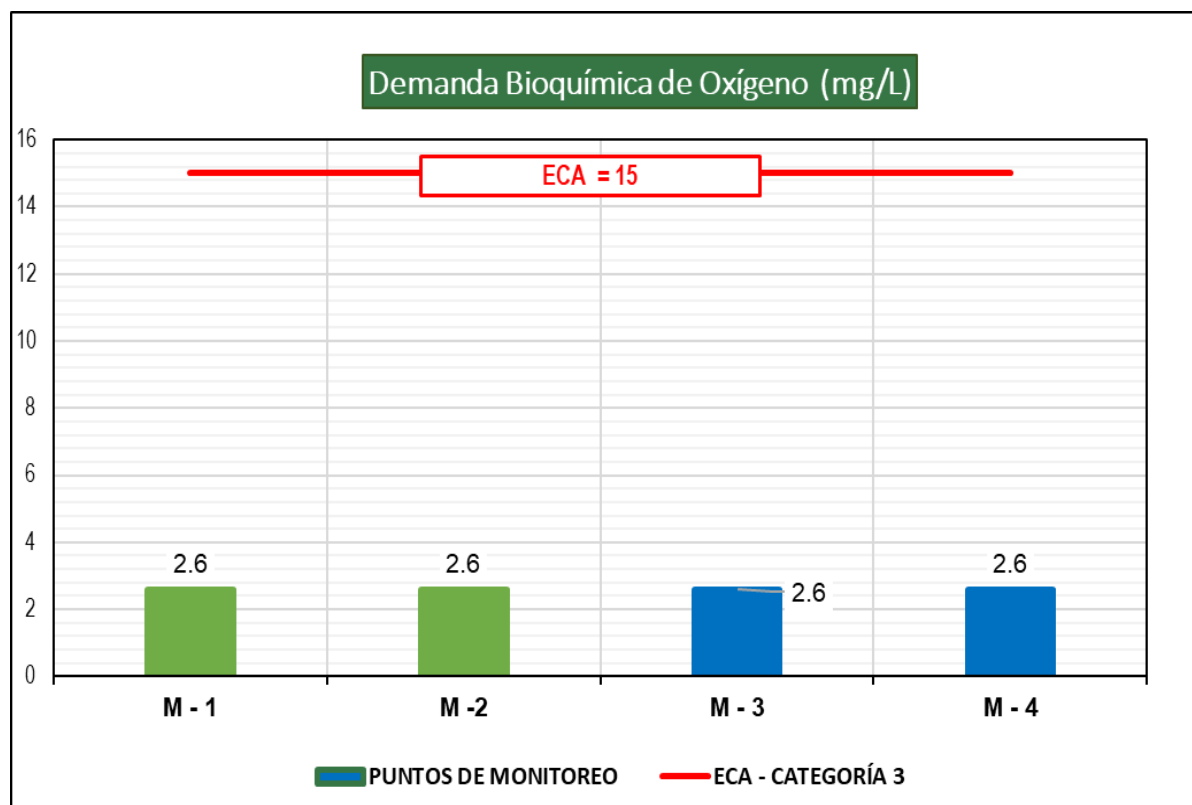


**Interpretación:** Se determina que la concentración de Escherichia Coli de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, siendo este indicador de la escasa descarga de aguas residuales domésticas.

**Resultados Demanda bioquímica de oxígeno y Oxígeno disuelto:**

**Gráfico 5. Demanda Bioquímica de Oxígeno**

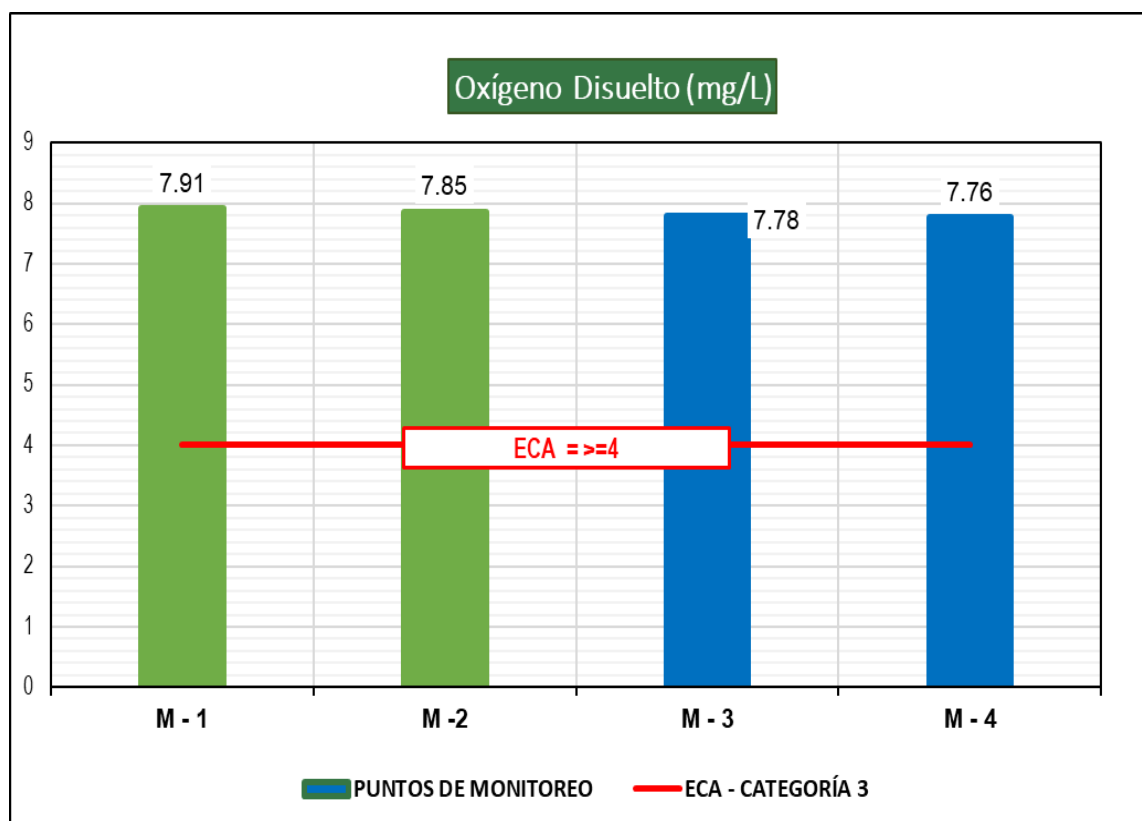
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M -4	ECA
<2.6	<2.6	<2.6	<2.6	15



**Interpretación:** Se determina que la demanda bioquímica de los 04 puntos cumple con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales de y bebida de animales, siendo este indicador de que en el área de influencia no hay un exceso de materia orgánica en degradación que afecte en la calidad de agua.

**Gráfico 6. Oxígeno Disuelto**

Oxígeno Disuelto (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
7.91	7.85	7.78	7.76	≥4

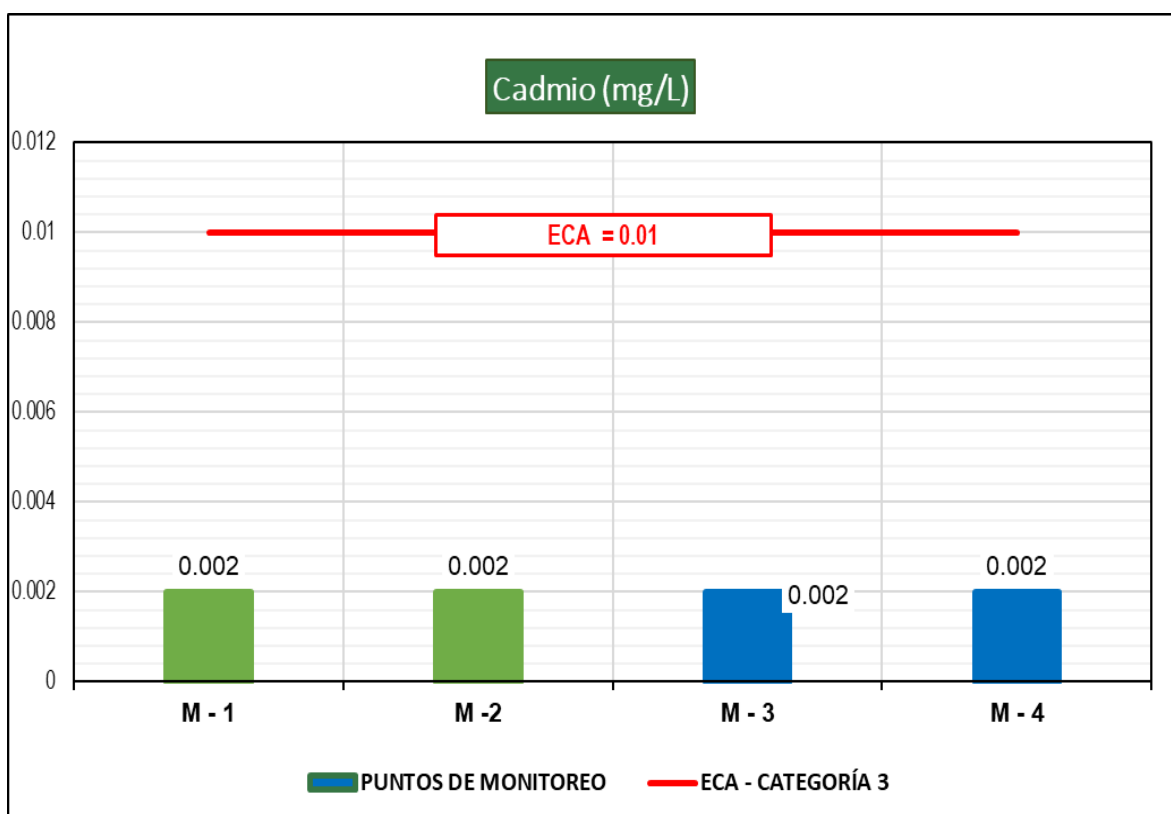


**Interpretación:** Se determina que el oxígeno disuelto de los 04 puntos de monitoreo cumple con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales. Nos indica la riqueza de oxígeno en las aguas de la microcuenca Yacutinco de manera natural ya que está presente tanto en aguas arriba y aguas abajo.

**Resultados fisicoquímicos:**

**Gráfico 7. Cadmio**

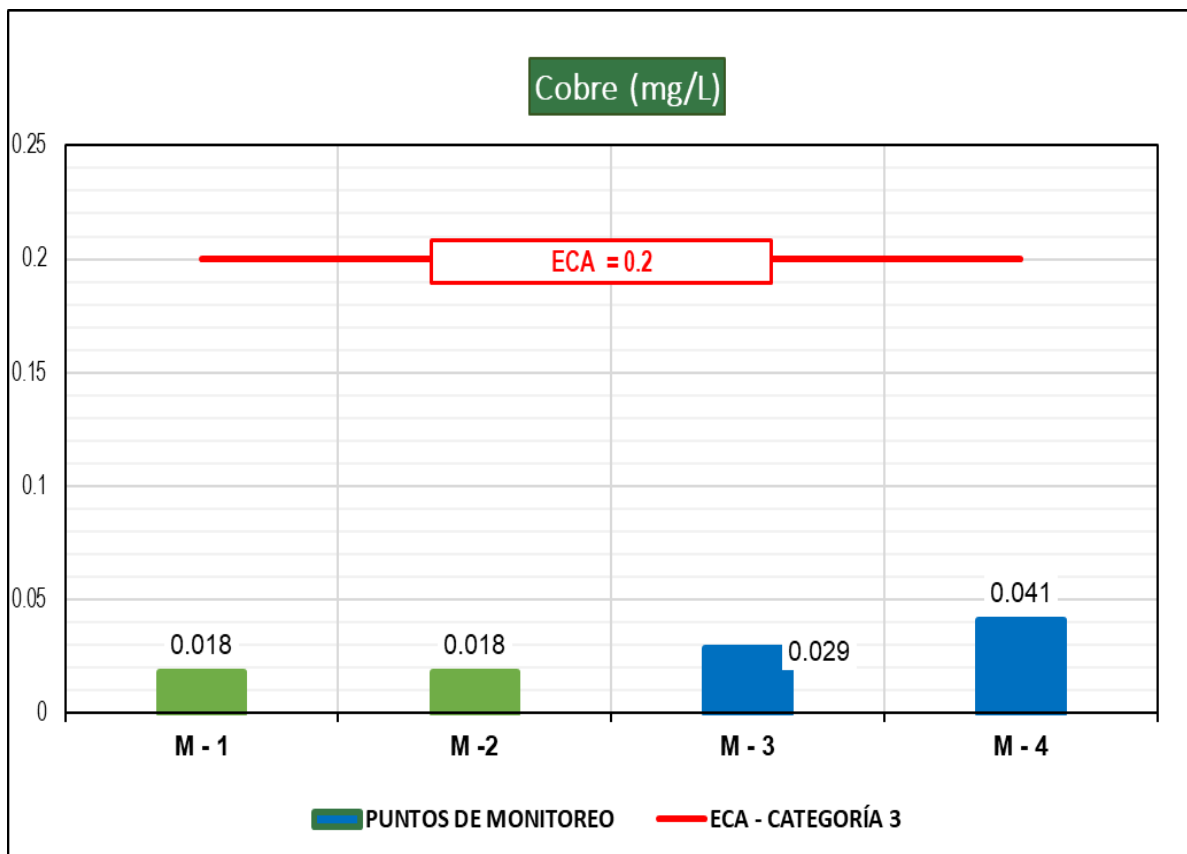
Cadmio (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M -4	ECA
<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.01



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Cadmio de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 8. Cobre**

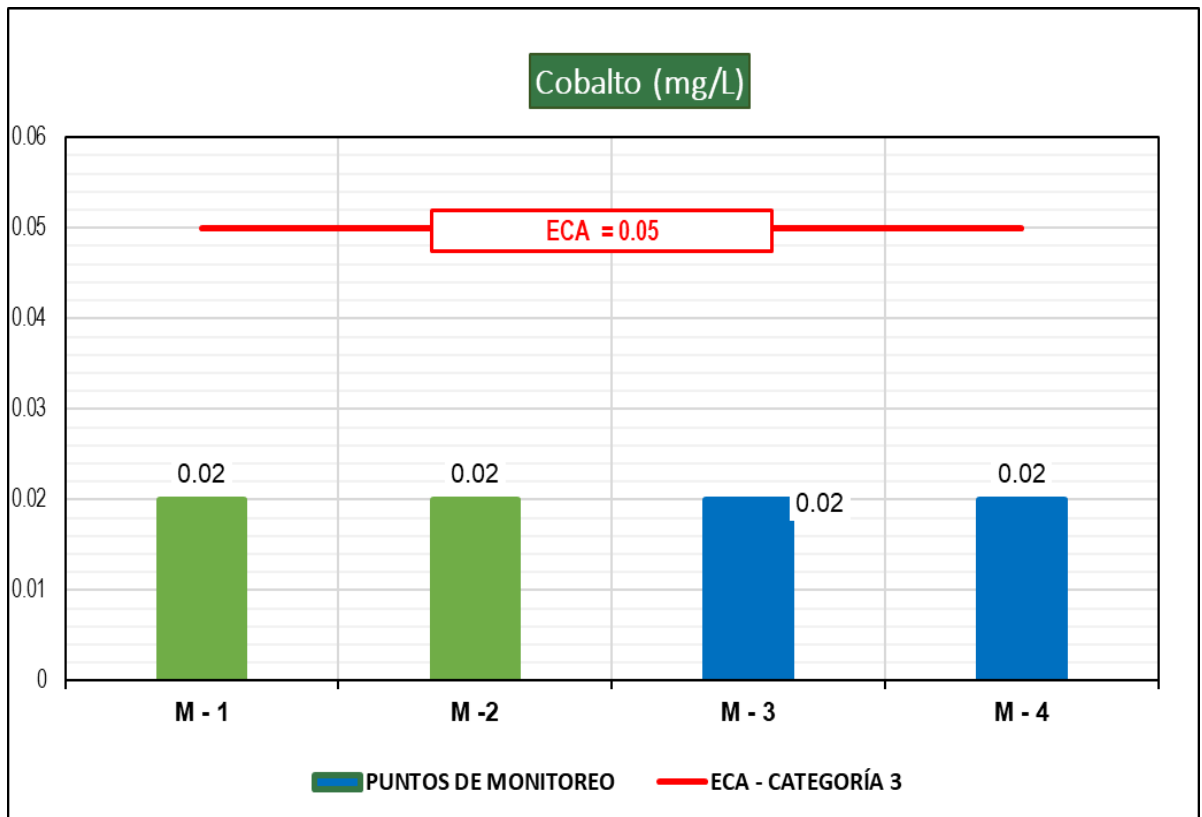
Cobre (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
<0.018	<0.018	0.029	0.041	0.2



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Cobre de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales. Los puntos de monitoreo M - 1 y M - 2 pertenecientes a aguas arriba, presentan concentraciones inferiores a 0.018 mg/L, mientras que los puntos de monitoreo M - 3 y M - 4 pertenecientes aguas abajo, presentan ligero incremento en su concentración por influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 9. Cobalto**

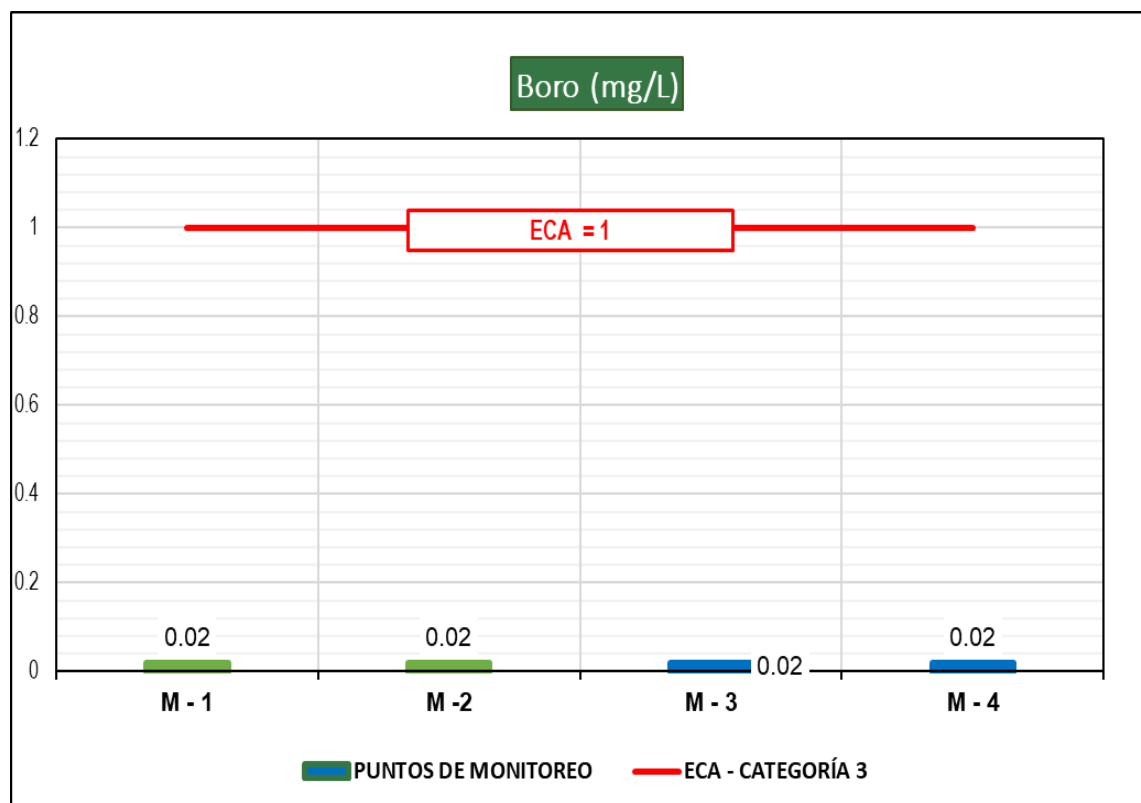
Cobalto (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.05



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Cobalto de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 10. Boro**

Boro (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	1

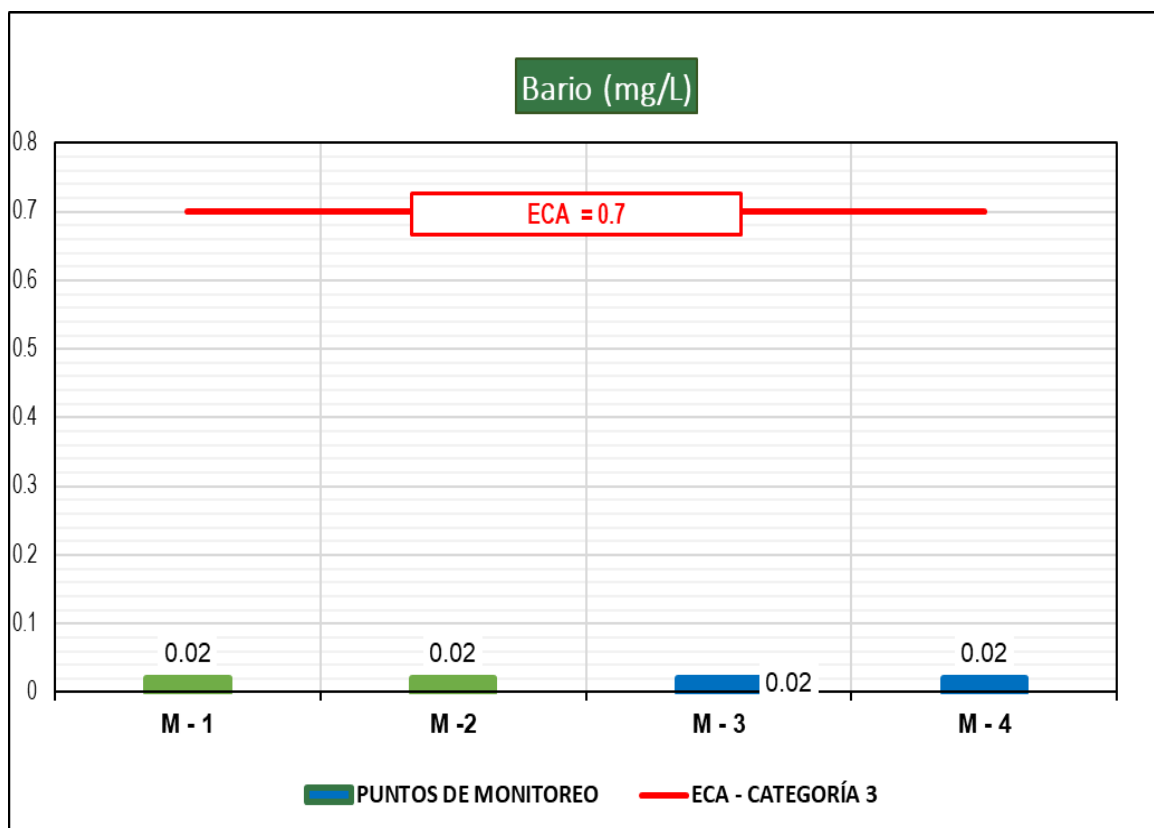


**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Boro de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores muy inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.



*Gráfico 11. Bario*

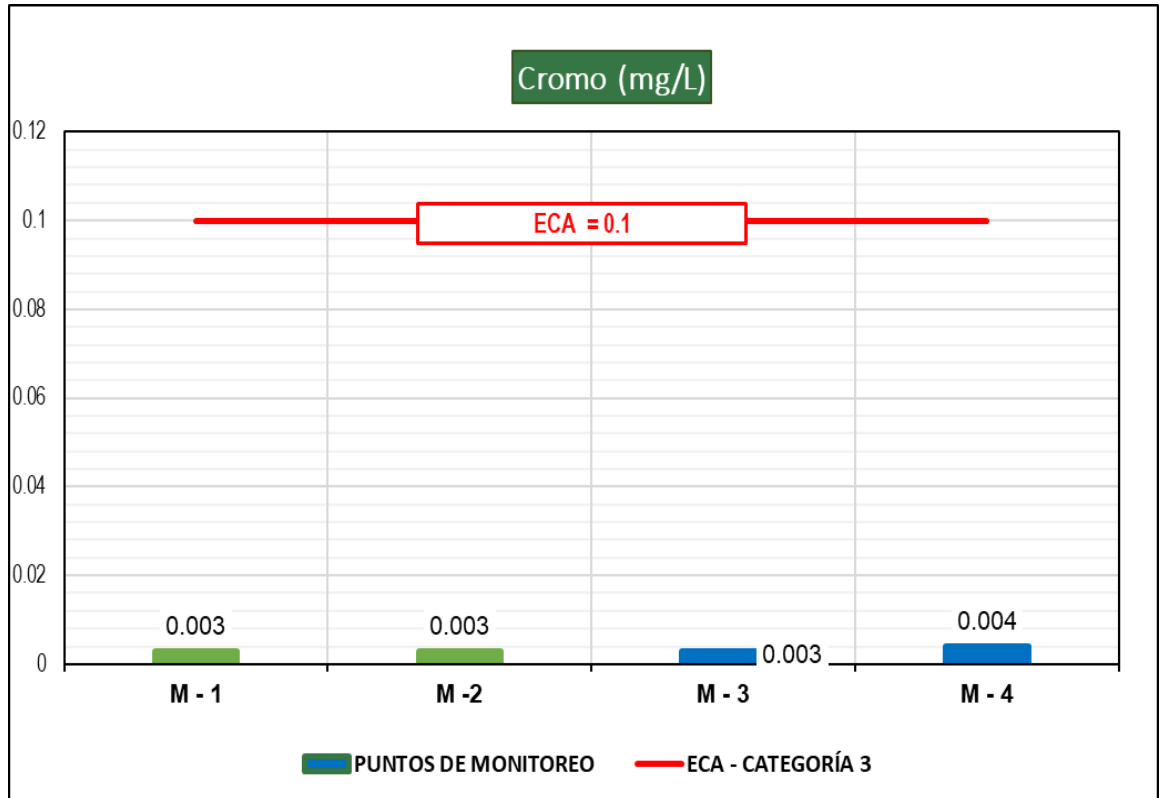
Bario (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.7



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Bario de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores muy inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 12. Cromo**

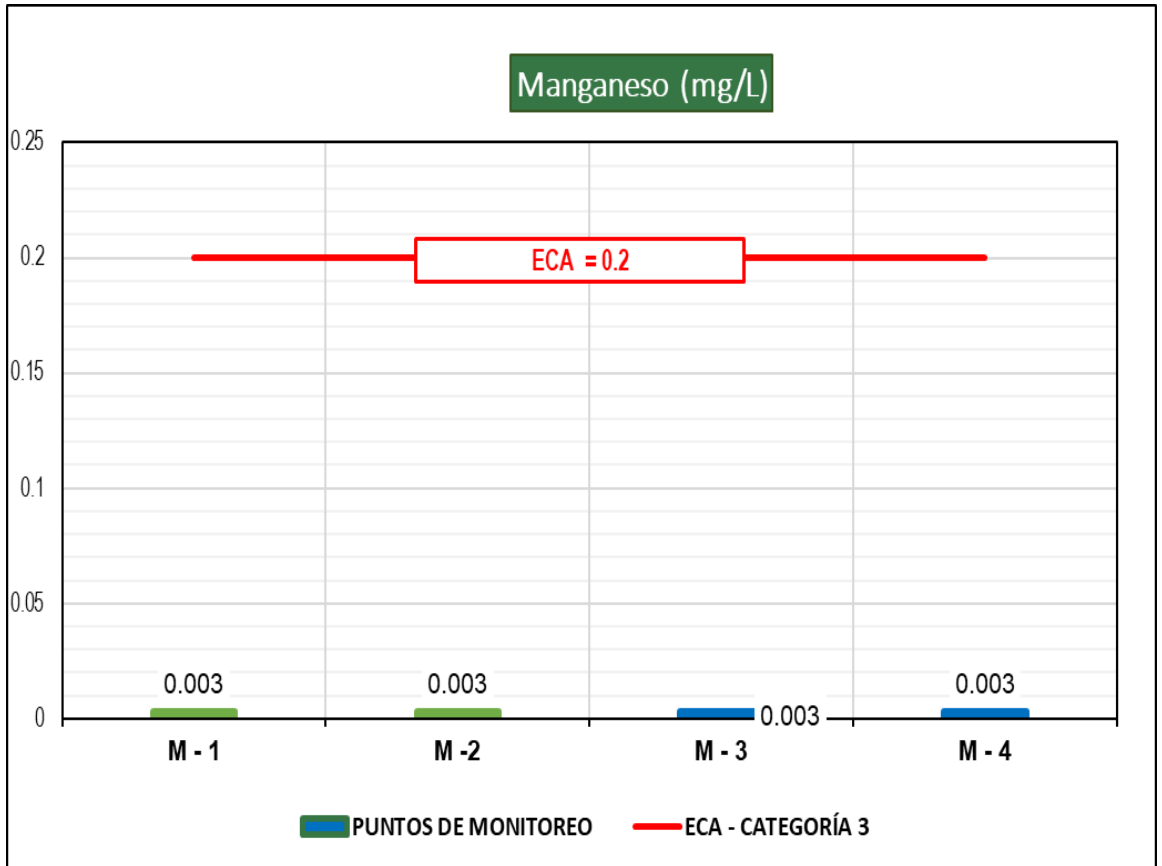
Cromo (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
0.003	0.003	0.003	0.004	0.1



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Cromo de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores muy inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 13. Manganeso**

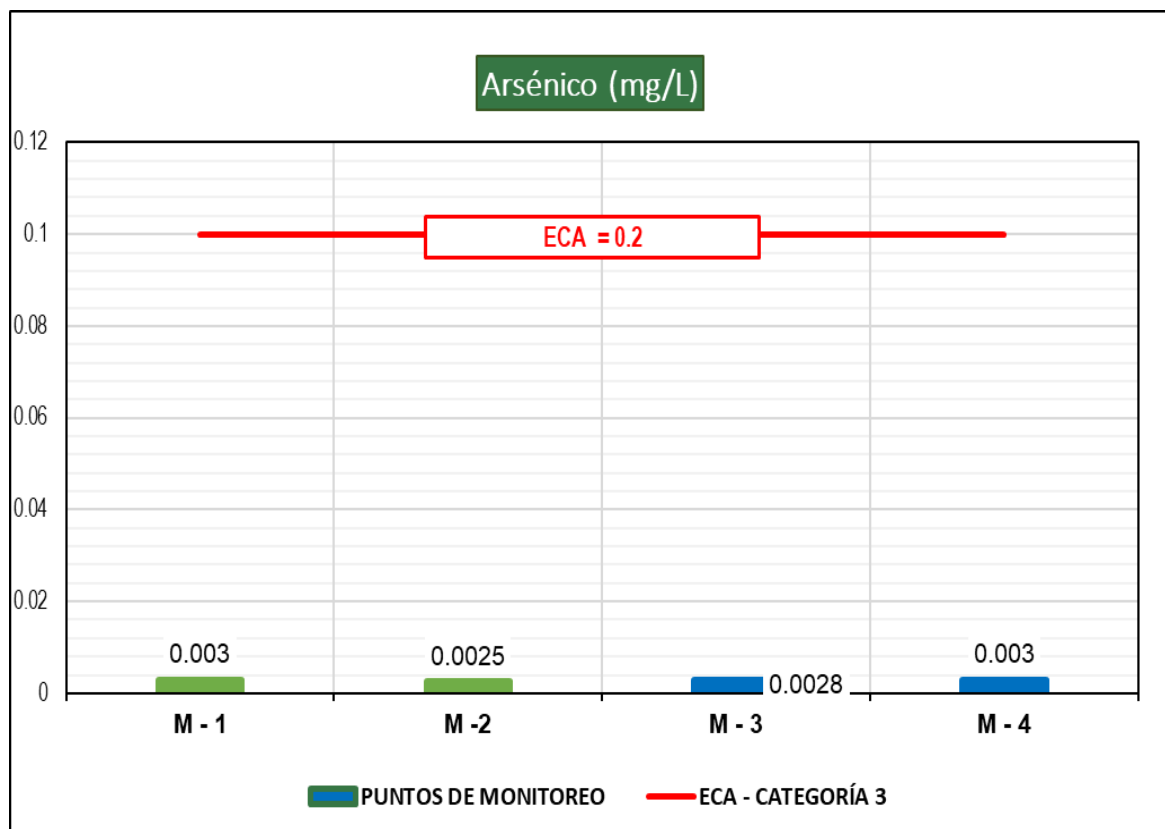
Manganeso (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.2



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Manganeso de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores muy inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 14. Arsénico**

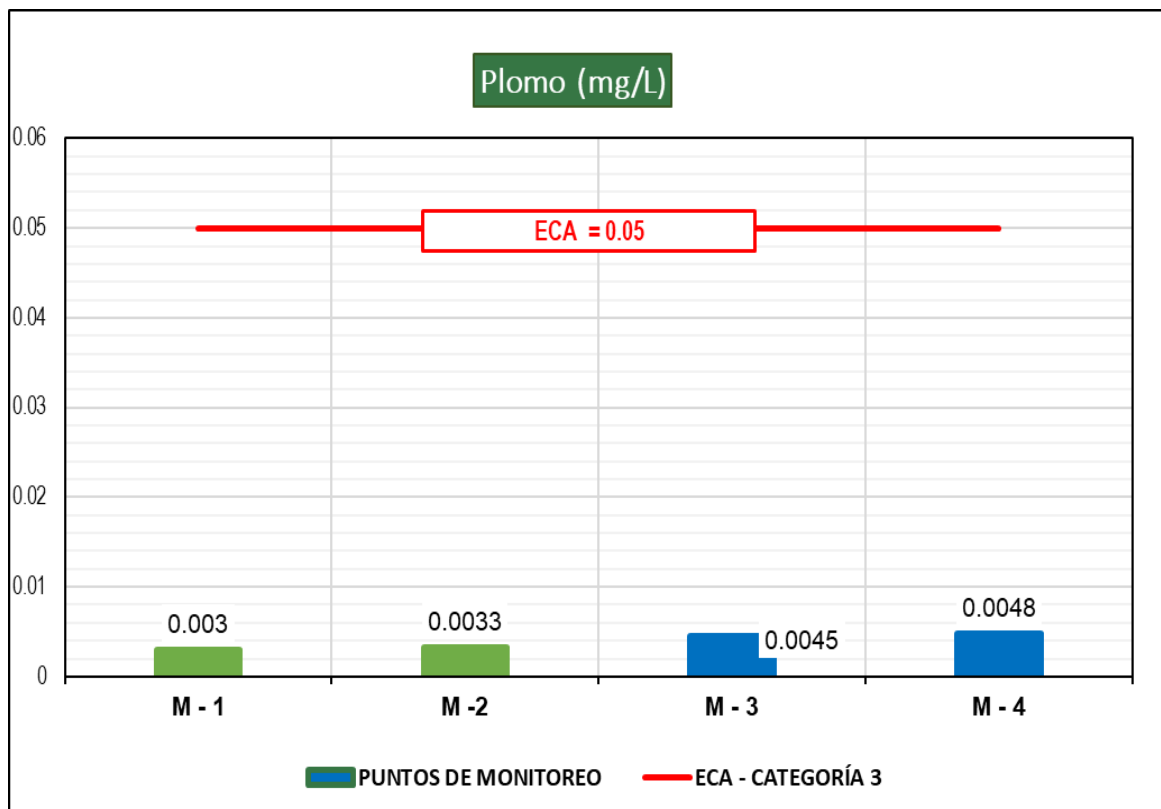
Arsénico (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
0.003	0.0025	0.0028	0.003	0.1



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Arsénico de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

*Gráfico 15. Plomo*

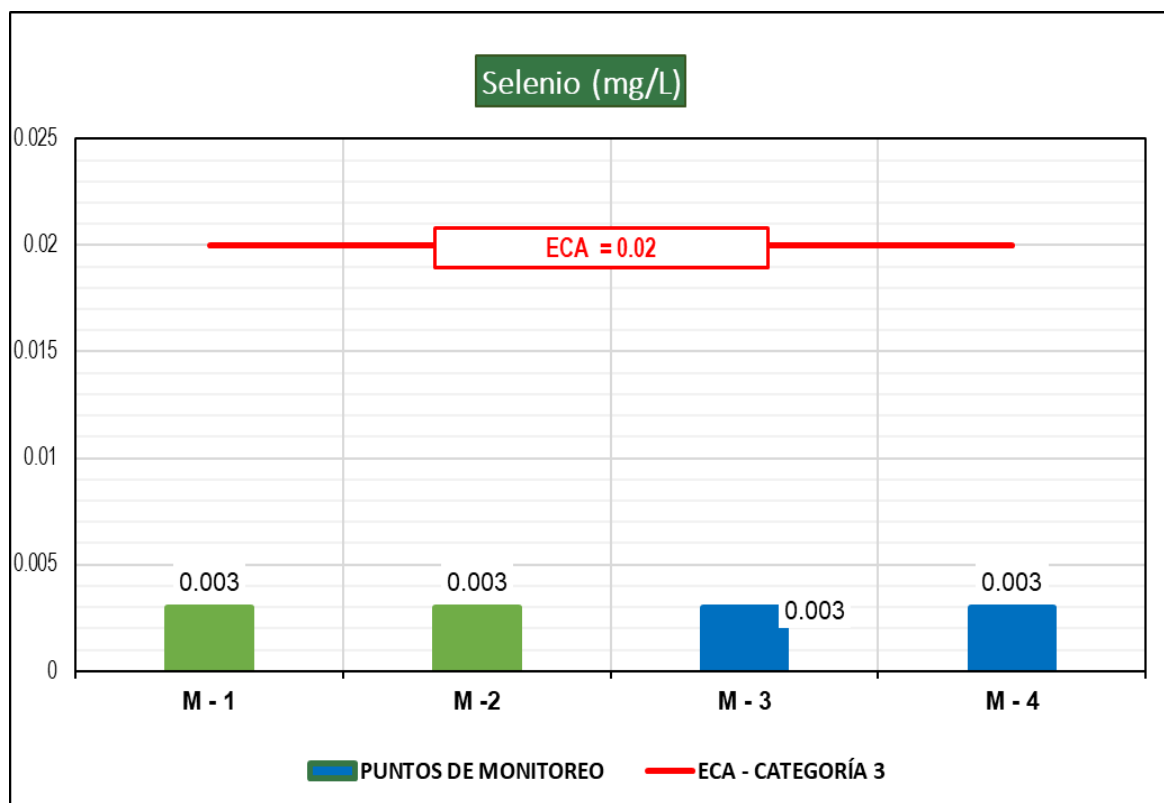
Plomo (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
<0.003	0.0033	0.0045	0.0048	0.05



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Plomo de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo. En los puntos de monitoreo M – 3 y M – 4 pertenecientes a aguas abajo, se observa un ligero incremento en su concentración, por influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 16. Selenio**

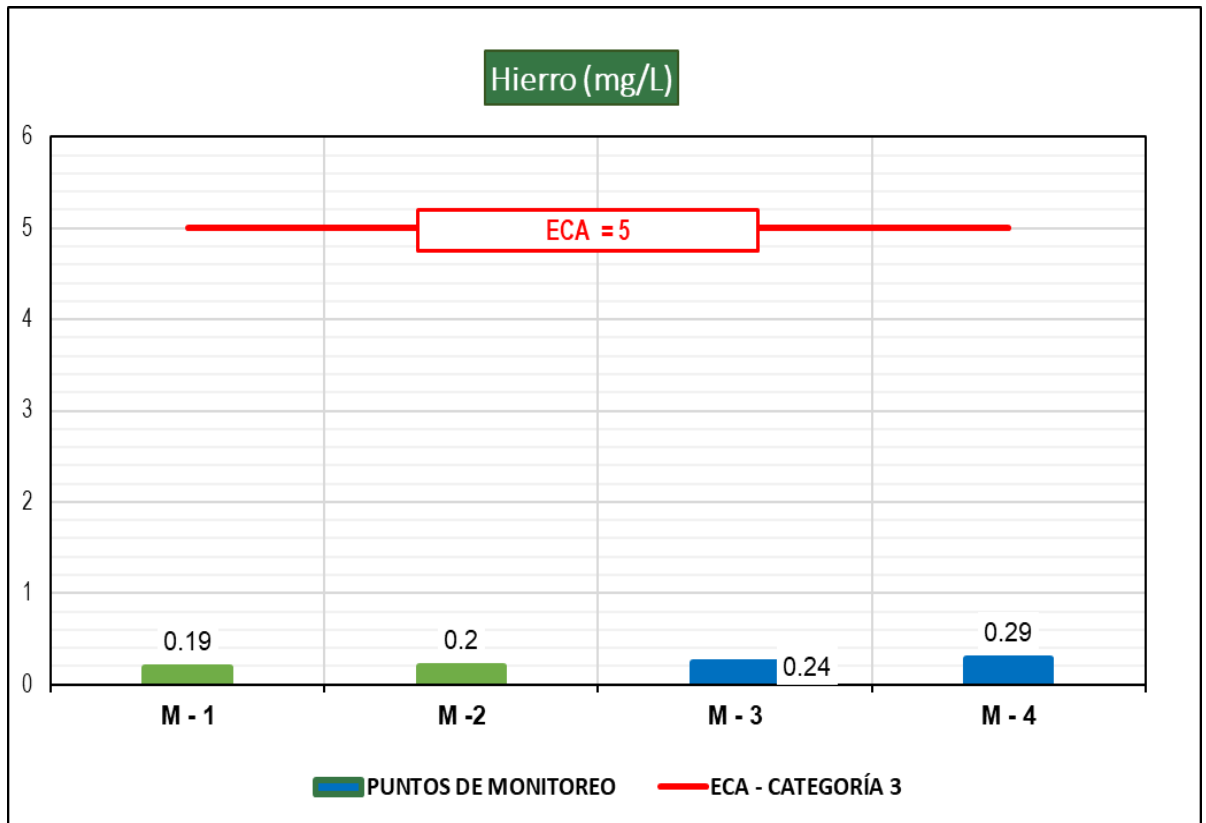
Selenio (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.02



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Selenio de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 17. Hierro**

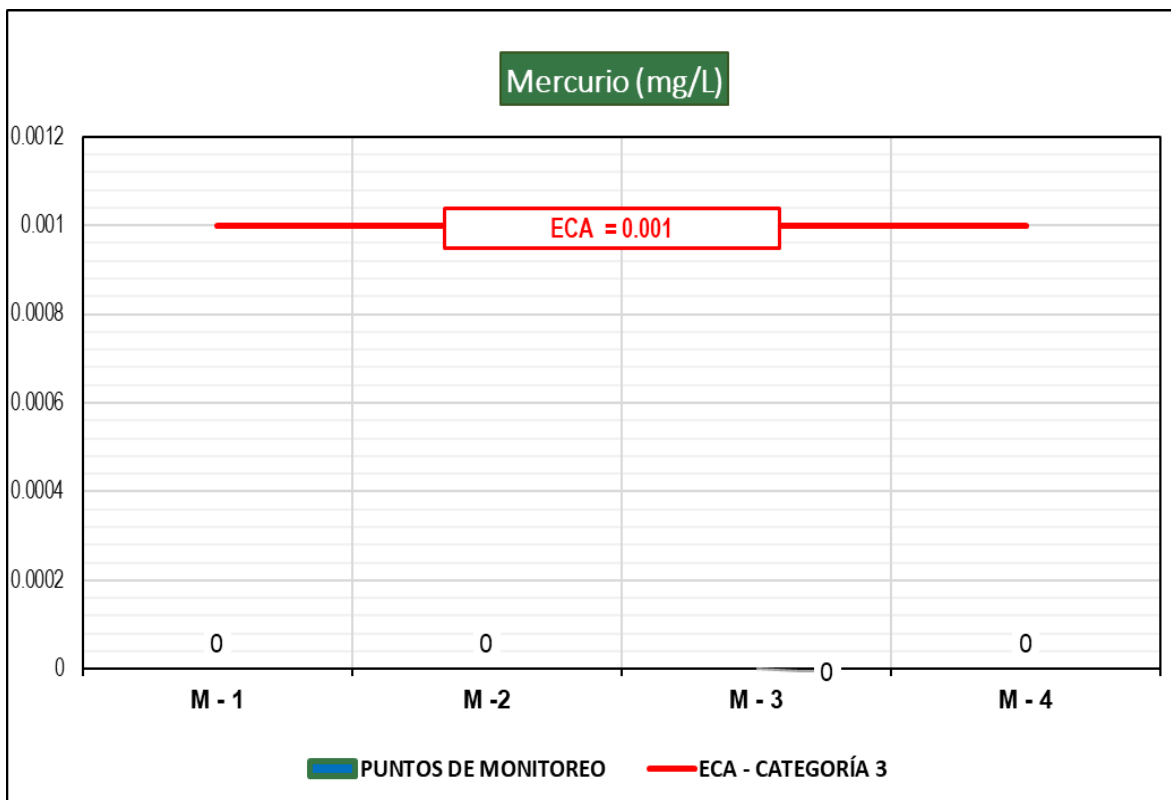
Hierro (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
0.19	0.20	0.24	0.29	5



**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Hierro de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera

**Gráfico 18. Mercurio**

Mercurio (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M -4	ECA
<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001

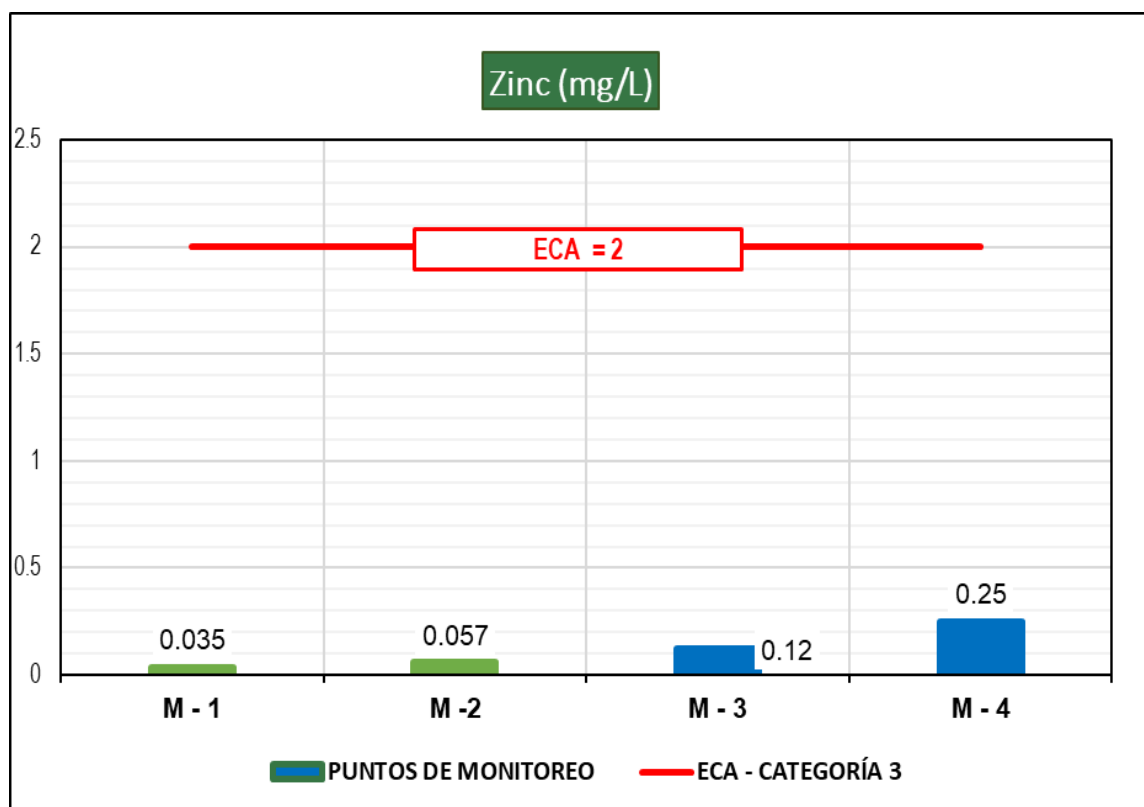


**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Mercurio de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.



**Gráfico 19. Zinc**

Zinc (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
0.035	0.057	0.12	0.25	2

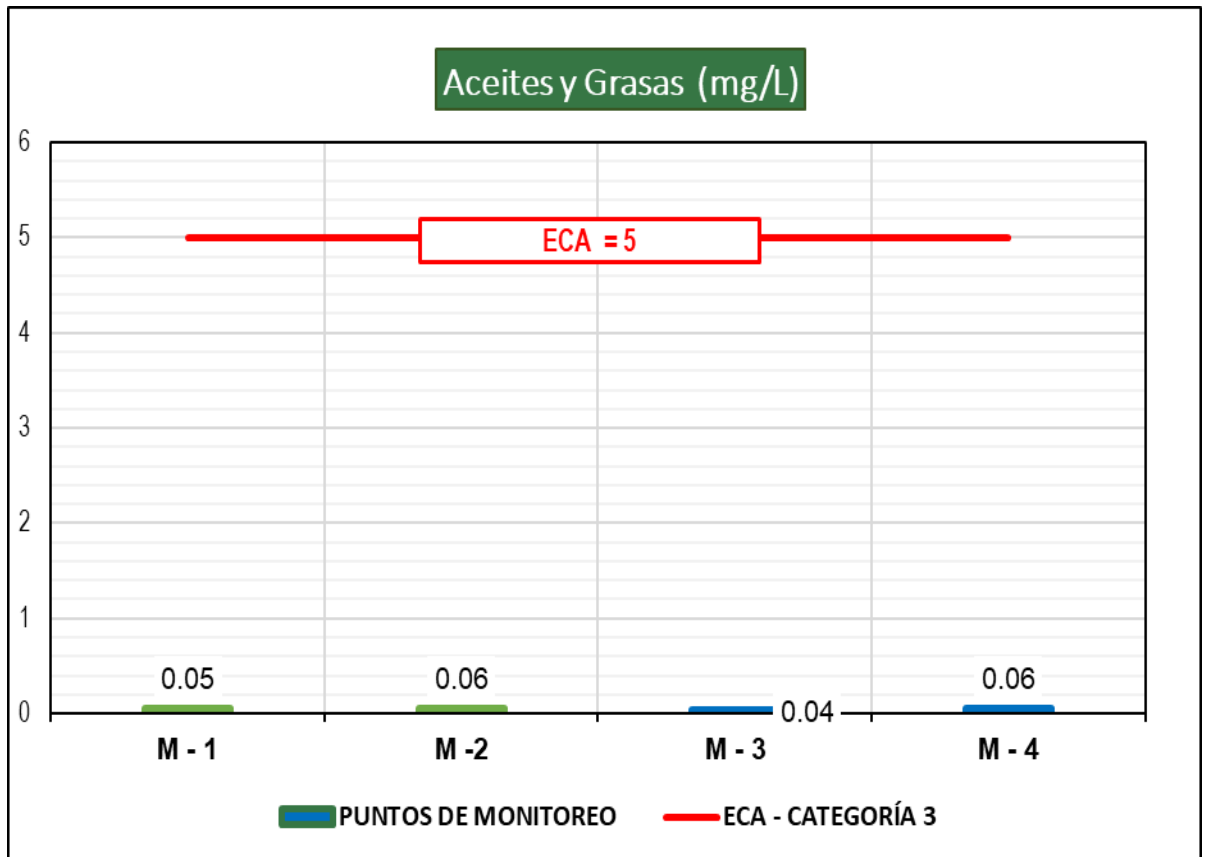


**Interpretación:** Se determina que las concentraciones de Zinc de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo. En los puntos de monitoreo M – 3 y M – 4 pertenecientes a aguas abajo, se observa un ligero incremento en su concentración, por influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Resultados de parámetros potenciales perjudiciales de la calidad de aguas:**

**Gráfico 20. Aceites y grasas**

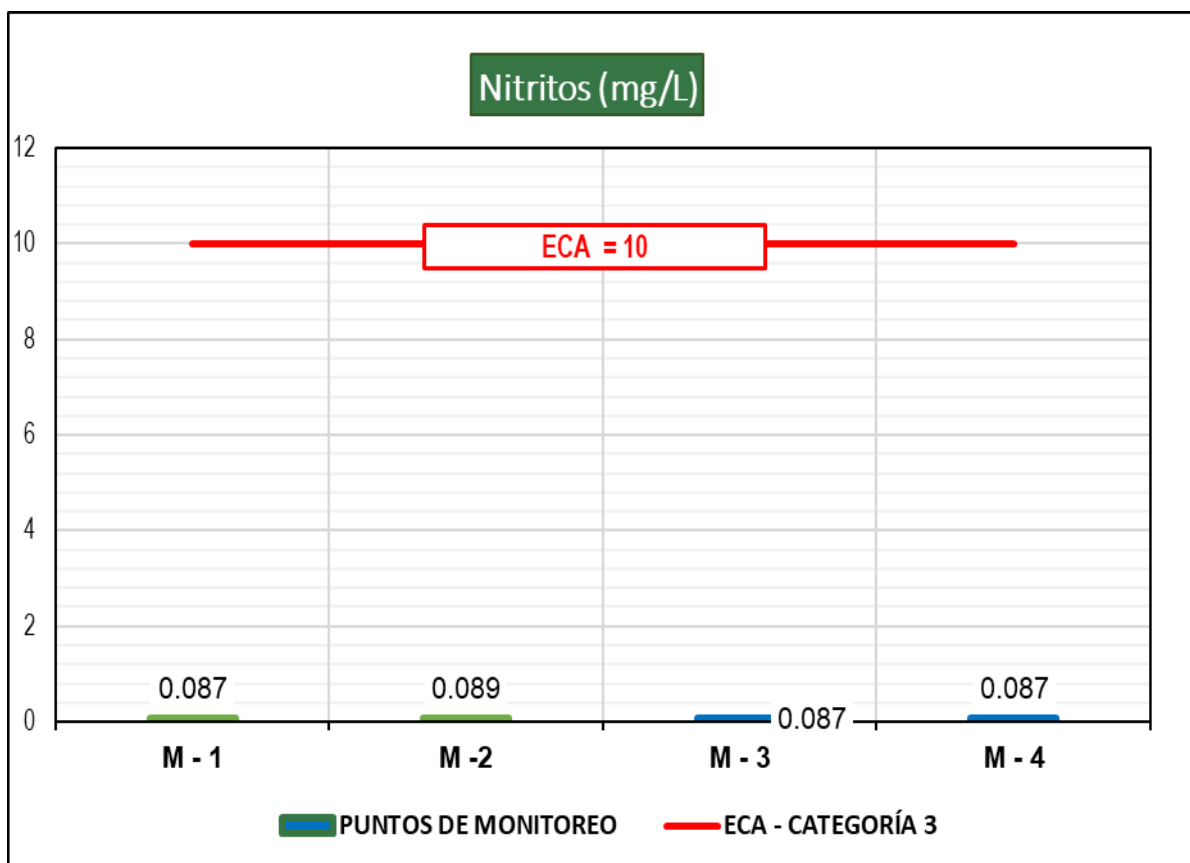
Aceites y grasas (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
0.05	0.06	0.04	0.06	5



**Interpretación:** Se determina que la concentración de Aceites y Grasas de los 04 puntos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores muy inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 21. Nitritos**

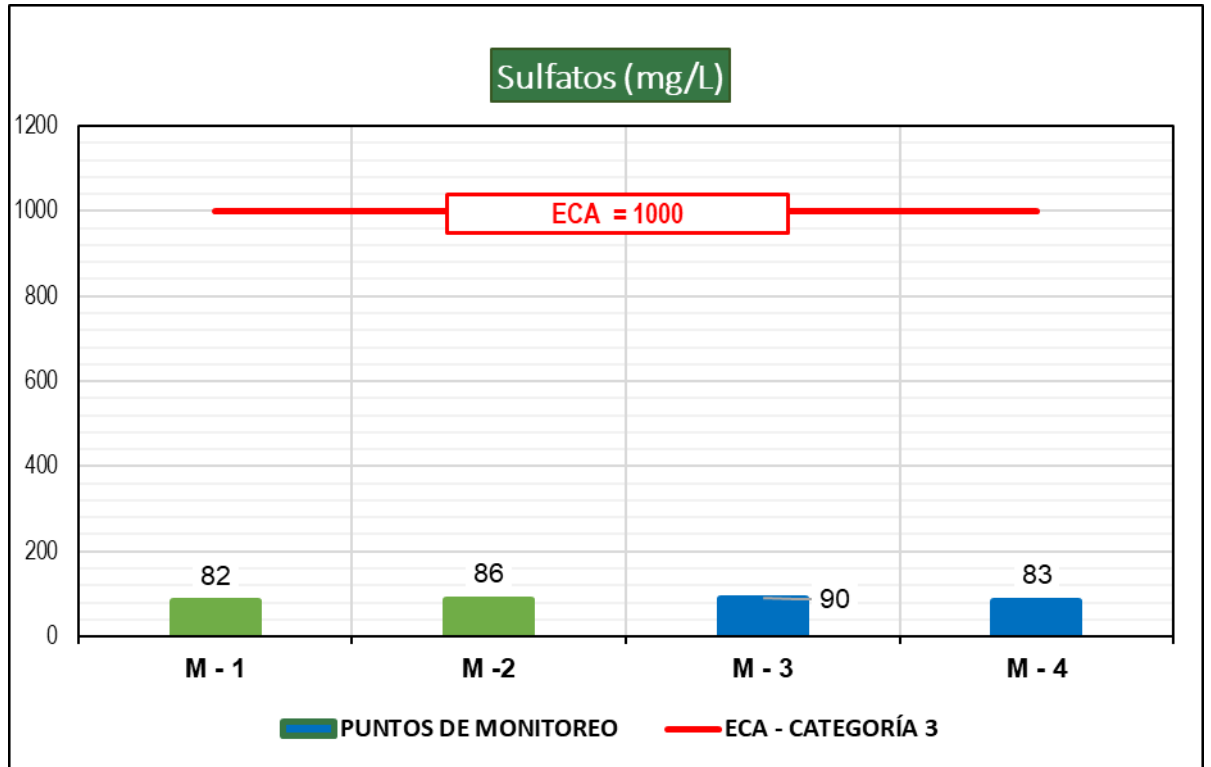
Nitritos (mg/L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
0.087	0.089	0.087	0.087	10



**Interpretación:** Se determina que la concentración de Nitratos de los 04 puntos cumple con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores muy inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

*Gráfico 22. Sulfatos*

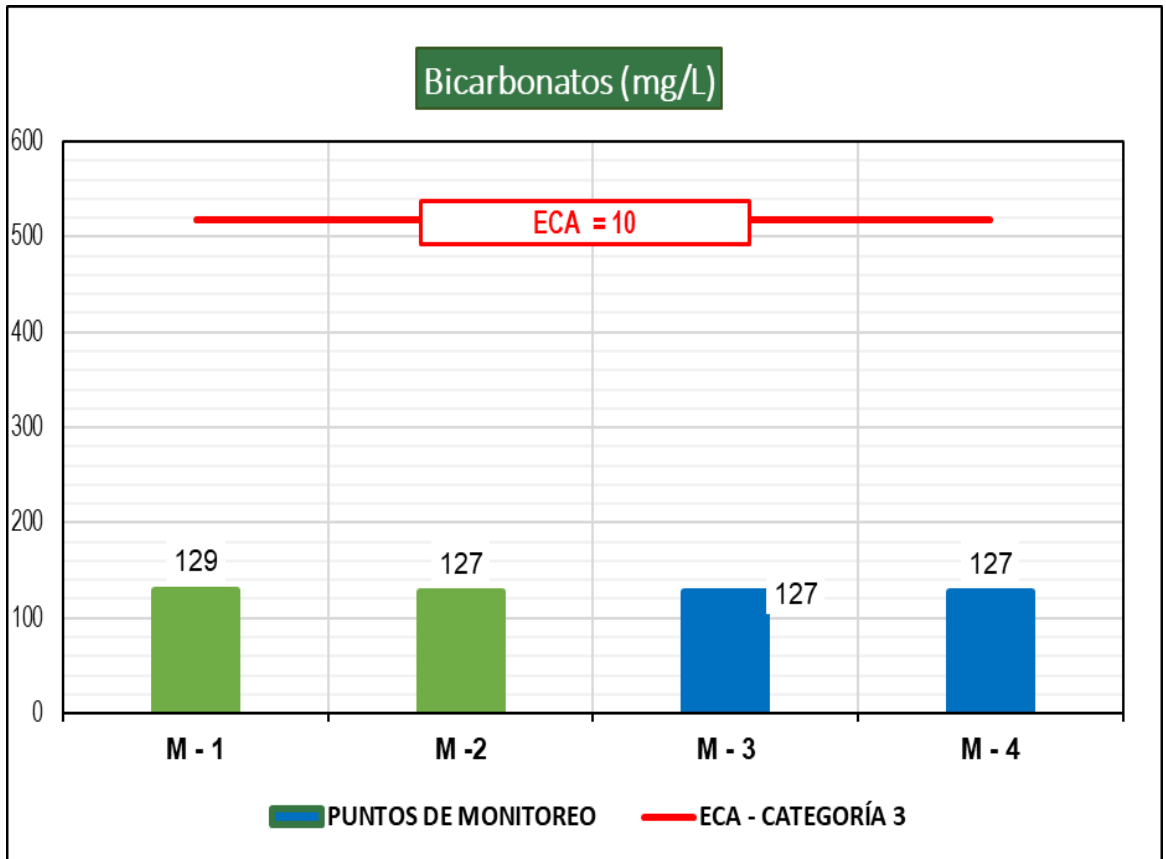
Sulfatos (mg /L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
82	86	90	83	1000



**Interpretación:** Se determina que la concentración de Sulfatos de los 04 puntos cumple con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores muy inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 23. Bicarbonatos**

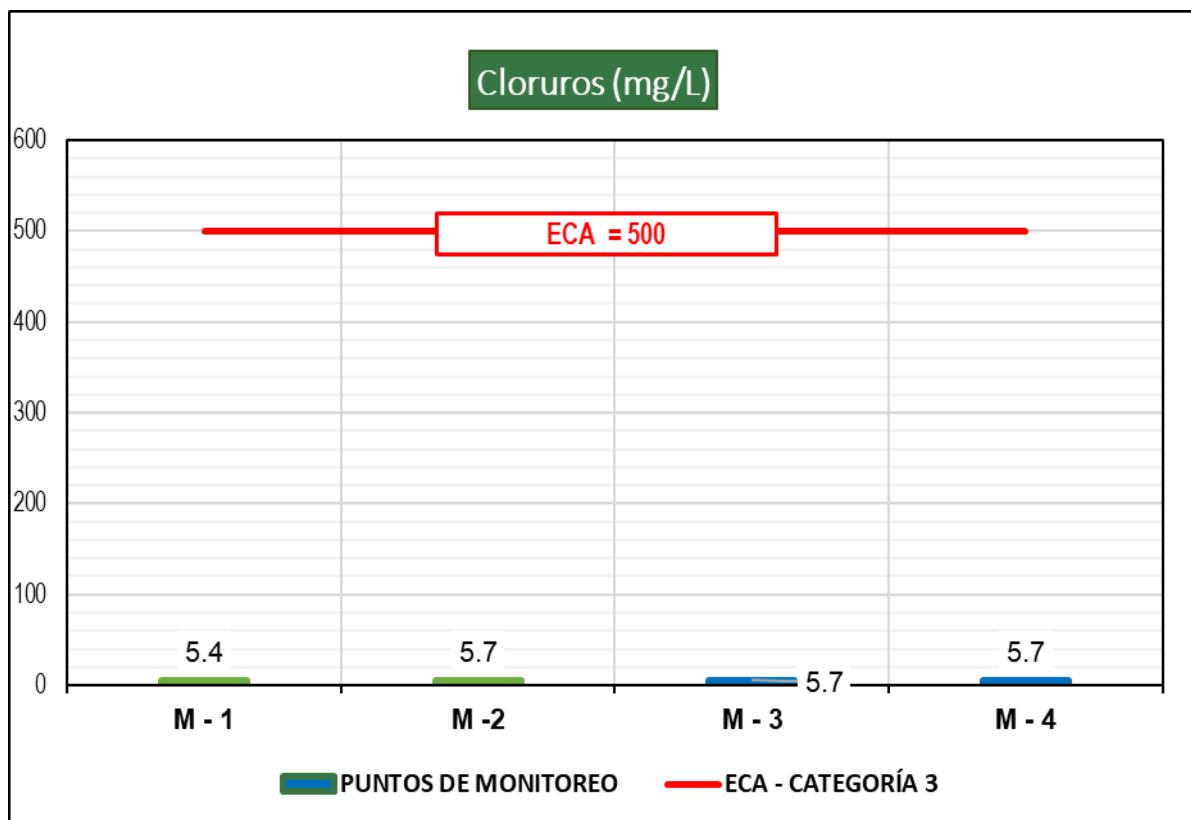
Bicarbonatos (mg /L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
129	127	127	127	518



**Interpretación:** Se determina que la concentración de Bicarbonatos de los 04 puntos cumple con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores muy inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

**Gráfico 24. Cloruros**

Cloruros (mg /L)				
M -1	M -2	M -3	M - 4	ECA
5.4	5.7	5.7	5.7	500



**Interpretación:** Se determina que la concentración de Cloruros de los 04 puntos cumple con los Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3, aguas para riego de vegetales y bebida de animales, ya que presentan valores muy inferiores, esto manteniéndose aguas arriba y aguas abajo, no afectada por la influencia de la planta metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

#### 4.3. Prueba de hipótesis.

La hipótesis formulada en este estudio fue: La calidad del agua de la microcuenca Yacutinco debido al control del Agua que se tiene en la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera, no cumple con los Estándares de

Calidad Ambiental para la Categoría 3. El mismo que se fundamenta bajo la siguiente hipótesis específicas:

- a) Los indicadores fisicoquímicos del agua de la microcuenca Yacutinco no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.
- b) Los indicadores microbiológicos del agua de la microcuenca Yacutinco no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

De los resultados obtenidos, se indica que de las muestras tanto de aguas arriba y aguas abajo, los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales. Se observa ligeros incrementos en las concentraciones Cobre, Plomo y Zinc en muestras de aguas abajo por influencia de la Planta Metalúrgica y relavera, con variaciones inferiores a 0.1 mg/l. Al estar dentro de los ECA, se rechaza la hipótesis.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Tal como se puede apreciar, los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los puntos de monitoreo reportadas por el laboratorio, se encuentran dentro de Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, evidenciando que el control del agua de la Planta metalúrgica San Sebastián AMC y relavera a la fecha de muestreo cumplen con no contaminar el agua de la microcuenca Yacutinco

El pH presenta niveles de neutro a ácidos, lo cual nos indica que la naturaleza de la roca lecho contiene presencia de rocas con sulfuros, cuya

descomposición originan el pH en esos valores, además los componentes de origen biológico que hacen que el agua tenga un pH cercano a 7.0

La concentración inferior de los metales en los cuatro puntos de monitoreo, se puede interpretar también como producto de la influencia del efecto de la erosión de las rocas sedimentarias antiguas y presencia de areniscas antiguos con evidencias de metamorfismo que se mantienen disueltos en el agua.



## CONCLUSIONES

Se analizaron las muestras de los 04 puntos de monitoreo; M – 1 y M – 2 aguas arriba y M – 3 y M – 4 aguas abajo. Del resultado de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, se determinó que los parámetros del agua de la microcuenca Yacutinco se encuentran dentro de Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3: aguas para riego de vegetales y bebida de animales, sin ser afectada por el control que se lleva en la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC y su relavera.

En las muestras de aguas abajo M – 3 y M – 4 se evidenciaron ligeras variaciones en la concentración de parámetros como Cobre, Plomo y Zinc, estas variaciones son inferiores a 0.1 mg/L, no presentando riesgo de contaminación a la fecha de muestreo, por ende la Planta Metalúrgica Sebastián AMC y relavera cumplen con no contaminar el agua de la microcuenca Yacutinco

Si bien el control que lleva la Planta metalúrgica San Sebastián AMC, en la salida de agua de la misma y relavera, cumple con no generar altas concentraciones de contaminantes, la cuál es reflejada en los análisis de laboratorio de las muestras tomadas en el cuerpo receptor, esta no es del todo eficiente debido a que no cuenta con tratamientos de mayor tecnología adicionales, las cuales garanticen no representar riesgo a la calidad de agua de la Microcuenca Yacutinco, sin importar que a futuro se incremente las Toneladas diarias que ingresen a procesarse en dicho lugar.

## **RECOMENDACIONES**

1. La planta Metalúrgica San Sebastián AMC, debe llevar un control diario de monitoreo de aguas arriba y abajo.
2. Se debe de instalar un laboratorio de análisis fisicoquímico en la misma planta para mejorar el control diario de las aguas de la microcuenca Yacutinco.
3. El agua que se drena de la relavera también debe ser monitoreado diariamente para garantizar la conservación de calidad de agua de la microcuenca Yacutinco.
4. Se debe apostar por tecnologías adicionales a la poza de sedimentación, para garantizar mayor eliminación de contaminantes en las aguas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academy, E. (10 de 2021). Enago Academy. Obtenido de ¿Cómo elegir la mejor metodología de investigación para su estudio?: <https://www.enago.com/es/academy/choose-best-research-methodology/>
- Ambiental, E. (2024). Estrategia Ambiental. Obtenido de ¿Qué es una cuenca hidrológica y para qué sirve?: <https://a4ambiental.com/que-es-una-cuenca-hidrologica-y-para-que-sirve>
- Ambiental, I. d. (23 de 02 de 2023). Insituto de la Calidad Ambiental. Obtenido de ECA y LMP: <https://institutoambiental.pe/eca-y-lmp-que-son-que-diferencias-tienen/>
- Arenas, W. (07 de 2019). Uniersidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de Procesos y mejoras en el área de molienda de la planta concentradora – Minera Las Bambas: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4447>
- Baeza, E. (16 de 11 de 2016). BCN. Obtenido de Caliad del Agua: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>
- BHP. (2024). BHP. Obtenido de ¿Qué son los relaves y las instalaciones de almacenamiento de relaves? : <https://www.bhp.com/es/sustainability/tailings-storage-facilities/what-are-tailings-storage-facilities>
- Coillo, G. (2008). Identificación del Impacto Ambiental en la Operación de la Planta Concentradora CIP-TIQUILLACA UNA - Puno, para minimizar la contaminación ambiental. Puno - Perú.
- DEMOGRÁFICO, M. P. (28 de 08 de 2024). MINISTERIO PARA LA TRANSFORMACIÓN ECOLÓGICA Y RETO DEMOGRÁFICO. Obtenido de Metales Pesados: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion->

ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-  
amb/metales\_pesados.html

GCFGlobal. (08 de 2024). GCFGlobal. Obtenido de Estadística básica: ¿Qué es el muestreo?: <https://edu.gcfglobal.org/es/estadistica-basica/que-es-el-muestreo/1/>

GreenLab. (2020). GreenLab. Obtenido de MUESTREO DE AGUAS PARA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: [https://0201.nccdn.net/1\\_2/000/000/160/100/MUESTREO-DE-AGUA-DE-RIEGO-PARA-ANALISIS-FISICOQUIMICO.pdf](https://0201.nccdn.net/1_2/000/000/160/100/MUESTREO-DE-AGUA-DE-RIEGO-PARA-ANALISIS-FISICOQUIMICO.pdf)

INEI. (2017). INEI. Obtenido de Directorio Nacional de Centros Poblados: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/index.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm)

INEI. (10 de 2018). INEI. Obtenido de PASCO - RESULTADOS DEFINITIVOS: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1572/19TOMO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1572/19TOMO_01.pdf)

JIMDO. (2018). JIMDO. Obtenido de Plantas Concentradoras: <https://yomineria.jimdofree.com/metalurgia-extractiva/plantas-concentradoras/>

MINAM. (07 de 06 de 2017). El Peruano. Obtenido de Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

MINAM. (04 de 2017). Plataforma del Estado Peruana. Obtenido de Ley de Recursos Hídricos: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>

Minas, M. d. (2020). Minergía. Obtenido de PROPUESTA DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE POLÍTICA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA ESTANDARIZAR LOS PROCESOS DE PRESAS DE RELAVES EN MINERÍA :

[https://www.minenergia.gov.co/documents/10979/Propuesta\\_Lineamientos\\_Presas\\_Relaves.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/10979/Propuesta_Lineamientos_Presas_Relaves.pdf)

MINSA. (24 de 09 de 2015). DIGESA. Obtenido de PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS, PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE DE ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd\\_160\\_2015\\_digesa.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf)

Pizarro, V. (2022). ESTUDIO DEL EFECTO DE CALIDAD DE AGUA EN EL PROCESO DE FLOTACIÓN DE PLANTA CONCENTRADORA EL SOLDADO.

Ramos, C. (2022). “Nivel de concentración de metales pesados (AS, CD Y PB), en el río escalera del área de influencia de la Compañía Minera Kolpa S.A. del distrito de Huachocolpa, provincia y departamento de Huancavelica. Huancavelica, Perú.

Salcedo, E. (2022). Contaminación fisicoquímica generada por la relavera de la empresa minera Nexa Resources-Milpo a las aguas del río Huallaga en el centro poblado la Quinoa del distrito Yanacancha - Pasco 2022. Cerro de Pasco, Perú.

SERNAGEOMIN. (2024). SERNAGEOMIN. Obtenido de Depósito de Relaves: <https://www.sernageomin.cl/preguntas-frecuentes-sobre-relaves/>

SERNANP. (s.f.). PLAN DIRECTOR DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ESTRATEGIA NACIONAL).

Sociedad Nacional de Minería Petróleo, y. E. (26 de 08 de 2010). Sociedad Nacional de Minería Petróleo, y Energía . Obtenido de Estudios de Impacto Ambiental: [https://www.mpfm.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/698\\_eia\\_elaboracion\\_y\\_caracteristicas\\_jorge\\_chavez.pdf](https://www.mpfm.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/698_eia_elaboracion_y_caracteristicas_jorge_chavez.pdf)

Toscana, A., & Hernández, P. (2017). Gestión de riesgos y desastres socioambientales.

El caso de la mina Buenavista del cobre de Cananea. Xochimilco - México.

Vargas, A. (2016). La empresa metalúrgica Industrial Minera México en San Luis Potosí.

Problemas ambientales con soluciones incoherentes. San Luis Potosí - México.

Villegas, E. (2013). Implementación de un Programa de Monitoreo de la Calidad de agua,

como propuesta a la Prevención y Control del Impacto Ambiental en la Planta

Concentradora Mahr - Tunel. Huancayo - Perú.

Zevallos, C. (2020). Universidad Privada del Norte. Obtenido de IMPLEMENTACIÓN

DE MEJORA EN EL PROCESO DE FLOTACIÓN BASADA EN EL CICLO

DE DEMING PARA REDUCIR EL CONSUMO DE REACTIVOS EN UNA

PLANTA CONCENTRADORA DE PLOMO Y ZINC:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24055?locale-attribute=en>

## **ANEXOS**

**ANEXO N° 1: HOJAS MSDS - PLANTA METALURGICA SAN SEBASTIÁN  
AMC**

**Fichas Internacionales de Seguridad Química  
SULFATO DE CINCO HEPTAHIDRATADO ICSC: 0349**



SULFATO DE CINCO HEPTAHIDRATADO  
Vitriolo blanco  
 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$   
Masa molecular: 287.6

N° CAS 7446-20-0  
N° RTECS ZH5300000N°  
ICSC 0349

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPLOSION</b>			
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
<b>INHALACION</b>	Tos, jadeo.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada.
<b>PIEL</b>	Enrojecimiento.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
<b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor, pérdida de visión temporal.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
<b>INGESTION</b>	Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, náuseas, vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	Enjuagar la boca.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal adicional: respirador de filtro P1 contra partículas inertes).	Bien cerrado.	Hermético.

**VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE**

**ICSC: 0349**

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994



Fichas Internacionales de Seguridad Química

SULFATO DE CINCO HEPTAHIDRATADO ICSC: 0349

<b>D A T O S I M P O R T A N T E S</b>	<b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Polvo cristalino o gránulos, inodoro.	<b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.
	<b>PELIGROS FISICOS</b>	
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>		<p><b>PELIGROS QUIMICOS</b></p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> nociva de partículas TLV no establecido. cuando se dispersa.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración en el aire</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b></p>
<b>DATOS AMBIENTALES</b>		Se descompone por debajo del punto de Densidad relativa (agua = 1): 1.97 ebullición a 500°C. Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 54 Punto de fusión: 100°C
<b>NOTAS</b>		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
	FISQ: 3-182 SULFATO DE CINCO HEPTAHIDRATADO	
	<b>ICSC: 0349SULFATO DE CINCO HEPTAHIDRATADO</b> © CCE, IPCS, 1994	

**Fichas Internacionales de Seguridad Química**  
**4-METILPENTAN-2-OL**      **ISCS: 0665**

**4-METILPENTAN-2-OL**  
**4-Metil-2-pentanol**  
**Metil isobutil carbinol**  
**C<sub>7</sub>H<sub>14</sub>O**  
**Masa molecular: 102.2**

N° CAS 108-11-2 N° RTECS SA7350000 N° ICSC 0665 N° NU 2053 N° CE 603-008-00-8			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	Inflamable. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido y explosión.	Evitar llama abierta, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con superficies calientes.	Polvos, espuma resistente al alcohol, pulverización de agua, dióxido de carbono. Los bomberos deberían emplear equipos autónomos de respiración.
<b>EXPLOSION</b>	Por encima de 41°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 41°C: sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosiones.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua.
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA PRODUCCION DE NIEBLAS! ¡HIGIENE Estricta!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• <b>INHALACION</b>	Confusión mental, somnolencia, dolor de cabeza, náusea, dolor de garganta, pérdida de conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicado, y someter a atención médica.
• <b>PIEL</b>	¡PUEDE ABSORBERSE! Enrojecimiento, sensación de quemazón (para mayor información véase Inhalación).	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse, y solicitar atención médica.
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• <b>INGESTION</b>	Dolor abdominal (para mayor información véase Inhalación).	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, reposo, y someter a atención médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Ventilación, recoger el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos tanto como sea posible, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladar a lugar seguro, NO verter en el alcantarillado.	A prueba de incendio si está en un edificio, separado de oxidantes fuertes, metales alcalinos; mantener en lugar frío y seco.	símbolo Xi R: 10-37 S: (2-)24/25 Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU:  III CE:	
<b>VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE</b>			
<b>ICSC: 0665</b>		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

**4-METILPENTAN-2-OL**

**ICSC: 0665**

<b>D A T O S I M</b>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Líquido incoloro.</p> <p><b>PELIGROS FISICOS</b> El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.</p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> Reacciona con oxidantes. Reacciona violentamente con metales alcalinos, originando riesgo de incendio y explosión.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b></p>	<p><b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor, a través de la piel, y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> No puede indicarse la velocidad a la que se alcanza una concentración nociva en el aire por evaporación de esta sustancia a 20°C.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> Lacrimógeno. El vapor irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar (véanse</p>
<b>P O R T A N T E S</b>	<p>TLV(como TWA): 25 ppm; 104 mg/m<sup>3</sup>(piel) (ACGIH 1990-1991) TLV(como STEL): 40 ppm; 167 mg/m<sup>3</sup> (piel) (ACGIH 1990-1991)</p>	<p>Notas). La sustancia puede tener efectos sobre el sistema nervioso central, hígado y riñón. La exposición puede producir la muerte. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. La sustancia puede tener efectos sobre el sistema nervioso central, hígado y riñón.</p>
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>	<p>Punto de ebullición: 128-132°C 3.5Punto de fusión: -60°C Densidad relativa (agua = 1): 0.82 Solubilidad en agua: moderada</p>	<p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): Punto de inflamación: 41°C Límites de explosividad, % en volumen en aire: 1.0-5.5</p>
<b>DATOS AMBIENTALES</b>	<p>Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al agua.</p>	
<b>NOTAS</b>		
<p>Los síntomas del edema pulmonar a menudo no se ponen de manifiesto hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un spray adecuado por un médico o persona por él autorizada. La alerta por el olor es insuficiente cuando se supera el valor límite de exposición. NO utilizar cerca de un foco de ignición, una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura. Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-588 Código NFPA: H 2; F 2; R 0;</p>		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
FISQ: 1-141 4-METILPENTAN-2-OL		
ICSC: 0665		4-METILPENTAN-2-OL
© CCE, IPCS, 1994		

<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</b>	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE</p>
-------------------------------	---

## Fichas Internacionales de Seguridad Química Sulfato De cobre (Anhidro)



Sulfato de cobre  
Sulfato de cobre(2+)  
CuSO<sub>4</sub>  
Masa molecular: 159.6

Nº CAS 7758-98-7  
Nº RTECS GL8800000  
Nº ICSC 0751  
Nº CE 029-004-00-0

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPLOSION</b>			
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
• <b>INHALACION</b>	Tos. Dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
• <b>PIEL</b>	Enrojecimiento. Dolor.	Guantes protectores.	Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• <b>INGESTION</b>	Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Diarrea. Náuseas. Shock o colapso. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	NO provocar el vómito. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.
DERRAMES Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente precintable; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. Trasladarlo a continuación a un lugar seguro. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 contra partículas nocivas).		Mantener en lugar seco. Bien cerrado.	NU (transporte): No clasificado CE: símbolo Xn símbolo N R: 22-36/38-50/53  S: 2-22-60-61
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
<b>ICSC: 0751</b>		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003	

**Fichas Internacionales de Seguridad Química**  
**DIHIDROXIDO DE CALCIO** **ICSC: 0408**



DIHIDROXIDO DE CALCIO  
 Hidróxido de calcio  
 Cal apagada

Ca(OH)<sub>2</sub>  
 Masa molecular: 74.1

Nº CAS 1305-62-0  
 Nº RTECS EW2800000  
 Nº ICSC 0408

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA PRODUCCION DE NIEBLAS!	
• <b>INHALACION</b>	Sensación de quemazón en la nariz, garganta y vías respiratorias superiores, tos.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y someter a atención médica.
• <b>PIEL</b>	Enrojecimiento, aspereza, sensación de quemazón.	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y solicitar atención médica.
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento, dolor, visión borrosa.	Gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• <b>INGESTION</b>	Calambres abdominales, sensación de quemazón en la boca, garganta y esófago, vómitos, debilidad.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. NO dar nada de beber y someter a atención médica.
DERRAMAS Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 para partículas nocivas).		Mantener en lugar seco.	

## ANEXO N° 2: ENSAYO DE LABORATORIO - SAN SEBASTIÁN AMC



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074**



### INFORME DE ENSAYO N° 2020-00033028

<b>Razón social del cliente:</b>	MINERA SAN SEBASTIÁN AMC S.R. L	<b>RUC:</b>	20447348421
<b>Domicilio legal del cliente:</b>	YARUSYACAN – PASCO - PASCO	<b>Cotización:</b>	2020-1765

<b>Producto declarado:</b>	Agua Natural / Agua Superficial
<b>Número de Muestras:</b>	04
<b>Presentación:</b>	Frascos de Plástico / Cuatro (04) unidades de 1L, Frasco de Vidrio ámbar / Ocho (08) unidades de 120 ml
<b>Procedencia:</b>	Agua de río
<b>Condición de la muestra:</b>	Refrigerada
<b>Muestreado por:</b>	Muestreado por Cliente
<b>Procedimiento de muestreo:</b>	No Aplica
<b>Plan de muestreo:</b>	No Aplica

Microbiológicos					
Análisis	L.D.M	L.C.M	Unidad	Resultados (M - 1)	Resultados (M - 2)
ESCHERICHIA COLI	---	1,8	NMP/100 ml	72	72
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	---	1,8	NMP/100 ml	72	70

Microbiológicos					
Análisis	L.D.M	L.C.M	Unidad	Resultados (M - 3)	Resultados (M - 4)
ESCHERICHIA COLI	---	1,8	NMP/100 ml	74	76
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	---	1,8	NMP/100 ml	68	70

TIC Council is an international association representing independent testing inspection and certification companies.



Pacific Control SAC  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla  
Mz Q Lote 07 y 08 –Villa el Salvador

**INFORME DE ENSAYO N° 2020-00033028**

Físico Químicos					
Análisis	L.D.M	L.C.M	Unidad	Resultados (M - 1)	Resultados (M - 2)
Conductividad (25°C)	0,004	0,01	µmho/cm	314	338
pH	0,004	0,01	Valor de pH	7.13	6.96
OD	0.0	19.9	mg L-1	7.91	7.85
DBO	0.0	2.6	mg L-1	<2.6	<2.6
Turbiedad	0,02	0,05	NTU	0.16	0.21
Aceltes y Grasas	0,02	0,05	mgL-1	0.05	0.06
Color verdadero	1	3	UC Pt/Co	<3	<3
Temperatura (*)	0,04	0,1	°C	24.6	24.4
Sólidos Totales Disueltos	4	10	mgL-1	156.3	168.7
Sulfatos	1	3	mg SO <sub>4</sub> = L-1	82	86
Sulfuros	0,001	0,002	mg SO <sub>4</sub> = L-1	0.004	0.002
SAAM	0,02	0,05	mgL-1	<0.05	<0.05
Cianuro WAD	0,0003	0,0005	mg CN- L-1	<0.005	<0.005
Cloro Residual libre (*)	0,20	0,50	mg L-1	<0.50	<0.50
Flúor (*)	0,029	0,073	mgL-1	0.086	0.085
Nitratos	0,010	0,025	mg N-NO <sub>3</sub> L-1	0.064	0.064
Nitritos	0,004	0,010	mg N-NO <sub>2</sub> L-1	0.087	0.089
Fenoles	0,001	0,002	mg L-1	<0.001	<0.001
Amoniaco (*)	0,02	0,06	mgL-1	< 0.06	< 0.06
Dureza Total	2	5	mg CaCO <sub>3</sub> L-1	212	216
Bario	0,001	0,020	mg Ba L-1	< 0.020	< 0.020
Arsénico	0,002	0,003	mg As L-1	0.003	0.0025
Antimonio	0,001	0,003	mg Sb L-1	< 0.008	< 0.008
Sodio	0,003	0,008	mg Na L-1	1.522	1.522
Zinc	0,001	0,018	mg Zn L-1	0.035	0.057
Cobre	0,001	0,003	mg Cu L-1	0.018	0.021
Aluminio	0,001	0,003	mg Al L-1	< 0.003	< 0.003
Manganeso	0,001	0,003	mg Mn L-1	< 0.003	< 0.003

TIC Council is an international association representing independent testing inspection and certification companies.



Pacific Control SAC

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Ulanavilla  
Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador



**INFORME DE ENSAYO N° 2020-00033028**

Boro	0,001	0,020	mg B L-1	< 0.020	< 0.020
Cadmio	0,001	0,002	mg Cd L-1	<0.002	<0.002
Cloruros	2	4	mg Cl - L-1	5.4	5.7
Uranio (*)	0,004	0,010	mg U L-1	< 0.010	< 0.010
Molibdeno	0,001	0,003	mg Mo L-1	<0.003	<0.003
Selenio	0,001	0,003	mg Se L-1	0.005	0.004
Plomo	0,001	0,003	mg Pb L-1	<0.003	0.0033
Niquel	0,001	0,003	mg Ni L-1	0.001	0.002
Mercurio	0,0004	0,001	mg Hg L-1	<0.001	<0.001
Cromo	0,001	0,004	mg Cr L-1	0.004	0.004
Hierro	0,001	0,003	mg Fe L-1	0.19	0.20

Físico Químicos					
Análisis	L.D.M	L.C.M	Unidad	Resultados (M - 3)	Resultados (M - 4)
Conductividad (25°C)	0,004	0,01	µmho/cm	318	335
pH	0,004	0,01	Valor de pH	7.0	6.67
OD	0.0	19.9	mg L-1	7.78	7.76
DBO	0.0	2.6	mg L-1	<2.6	<2.6
Turbiedad	0,02	0,05	NTU	0.18	0.20
Aceites y Grasas	0,02	0,05	mgL-1	0.04	0.06
Color verdadero	1	3	UC Pt/Co	<3	<3
Temperatura (*)	0,04	0,1	°C	24.4	24.5
Sólidos Totales Disueltos	4	10	mgL-1	158.5	168.2
Sulfatos	1	3	mg SO4 = L-1	90	83
Sulfuros	0,001	0,002	mg SO4 = L-1	<0.002	<0.002
SAAM	0,02	0,05	mgL-1	<0.05	<0.05
Cianuro WAD	0,0003	0,0005	mg CN- L-1	<0.005	<0.005
Cloro Residual libre (*)	0,20	0,50	mg L-1	<0.50	<0.50
Flúor (*)	0,029	0,073	mgL-1	0.085	0.085
Nitratos	0,010	0,025	mg N-NO3 L-1	0.041	0.062

TIC Council is an international association representing independent testing inspection and certification companies.



Pacific Control SAC

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Ulanavilla  
Mz Q Lote 07 y 08 -Villa el Salvador

JE/CYPCYP



**INFORME DE ENSAYO N° 2020-00033028**

Nitritos	0,004	0,010	mg N-NO <sub>2</sub> L-1	0.087	0.087
Fenoles	0,001	0,002	mg L-1	<0.001	<0.001
Amoniaco (*)	0,02	0,06	mgL-1	< 0.06	< 0.06
Dureza Total	2	5	mg CaCO <sub>3</sub> L-1	212	209
Bario	0,001	0,020	mg Ba L-1	< 0.020	< 0.020
Arsénico	0,002	0,003	mg As L-1	0.0028	0.003
Antimonio	0,001	0,003	mg Sb L-1	< 0.008	< 0.008
Sodio	0,003	0,008	mg Na L-1	1.520	1.522
Zinc	0,001	0,003	mg Zn L-1	0.12	0.25
Cobre	0,001	0,018	mg Cu L-1	0.029	0.041
Aluminio	0,001	0,003	mg Al L-1	< 0.003	< 0.003
Manganeso	0,001	0,003	mg Mn L-1	< 0.003	< 0.003
Boro	0,001	0,020	mg B L-1	< 0.020	< 0.020
Cadmio	0,001	0,002	mg Cd L-1	<0.002	<0.002
Cloruros	2	4	mg Cl - L-1	5.7	5.7
Uranio (*)	0,004	0,010	mg U L-1	< 0.010	< 0.010
Molibdeno	0,001	0,003	mg Mo L-1	<0.003	<0.003
Selenio	0,001	0,003	mg Se L-1	0.005	0.005
Plomo	0,001	0,003	mg Pb L-1	0.0045	0.0048
Niquel	0,001	0,003	mg Ni L-1	0.002	0.002
Mercurio	0,0004	0,001	mg Hg L-1	<0.001	<0.001
Cromo	0,001	0,004	mg Cr L-1	<0.004	0.004
Hierro	0,001	0,003	mg Fe L-1	0.24	0.29

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

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
ESCHERICHIA COLI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO).2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group.Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate

TIC Council is an international association representing independent testing inspection and certification companies.



Pacific Control SAC

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Ulanavilla  
Mz Q Lote 07 y 08 -Villa el Salvador

**INFORME DE ENSAYO N° 2020-00033028**

COLIFORMES FECALES O TERMOTOLERANTES (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTREO), 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. pH VALUE. ELECTROMETRIC METHOD
Conductividad (25°C)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017 CONDUCTIVITY. LABORATORY METHOD
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017 Turbidity. Nephelometric Method
Color verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017 Color. Spectrophotometric - Single-Wavelength Method (Proposed)
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. Temperature. Laboratory and Field Methods
Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017 (Incluye MUESTREO) SOLIDS. TOTAL DISSOLVED SOLIDS DRIED AT 180°C
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO4 <sup>2-</sup> Ed, 23rd E 2017. SULFATE. TURBIDIMETRIC METHOD
Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 CN-C,E, 23rd Ed. 2017 CYANIDE. TOTAL CYANIDE AFTER DISTILLATION, COLORIMETRIC METHOD
Cloro Residual libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed. 2017 Chlorine (Residual). DPD Colorimetric Method
Flúor	EPA Method 300.0 Rev. 2.1 (1993) Determination of inorganic anions by ion chromatography
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B, 23rd Ed. 2017 Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening
Nitritos	US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA 354.1 (1995) Nitrogen (Nitrite)
Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH <sub>3</sub> D, 23rd Ed. 2017 Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017 Hardness. EDTA Titrimetric Method
Bario	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Arsénico	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Antimonio	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Sodio	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Zinc	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and

TIC Council is an international association representing independent testing inspection and certification companies.

Pacific Control SAC

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Uruavilla  
Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador



**INFORME DE ENSAYO N° 2020-00033028**

	Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Cobre	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Aluminio	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry-1994
Manganeso	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Boro	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Cadmio	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017 Chloride. Argentometric Method
Uranio	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Molibdeno	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Selenio	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Plomo	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Niquel	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry. Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method
Cromo	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry
Hierro	EPA METHOD 200.7 Rev. 4.4 (1994) Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

**Observaciones**

-Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis.

Pacific Control S.A.C. Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada



Ing. José H. Pizarro  
Supervisor de Lab. Fisicoquímico  
PACIFIC CONTROL SAC  
CP 20130



Guim. Carlos Yungana Palacios  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL SAC



MSc. José Gilón Paredes  
Supervisor de Lab. Microbiología  
PACIFIC CONTROL SAC  
CP 21001

TIC Council is an international association representing independent testing inspection and certification companies.



Pacific Control SAC

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla

Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador



## ANEXO N° 3: ECA PARA LA CATEGORIA 3. DS N° 004-2017-MINAM

### Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>2</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 4:**

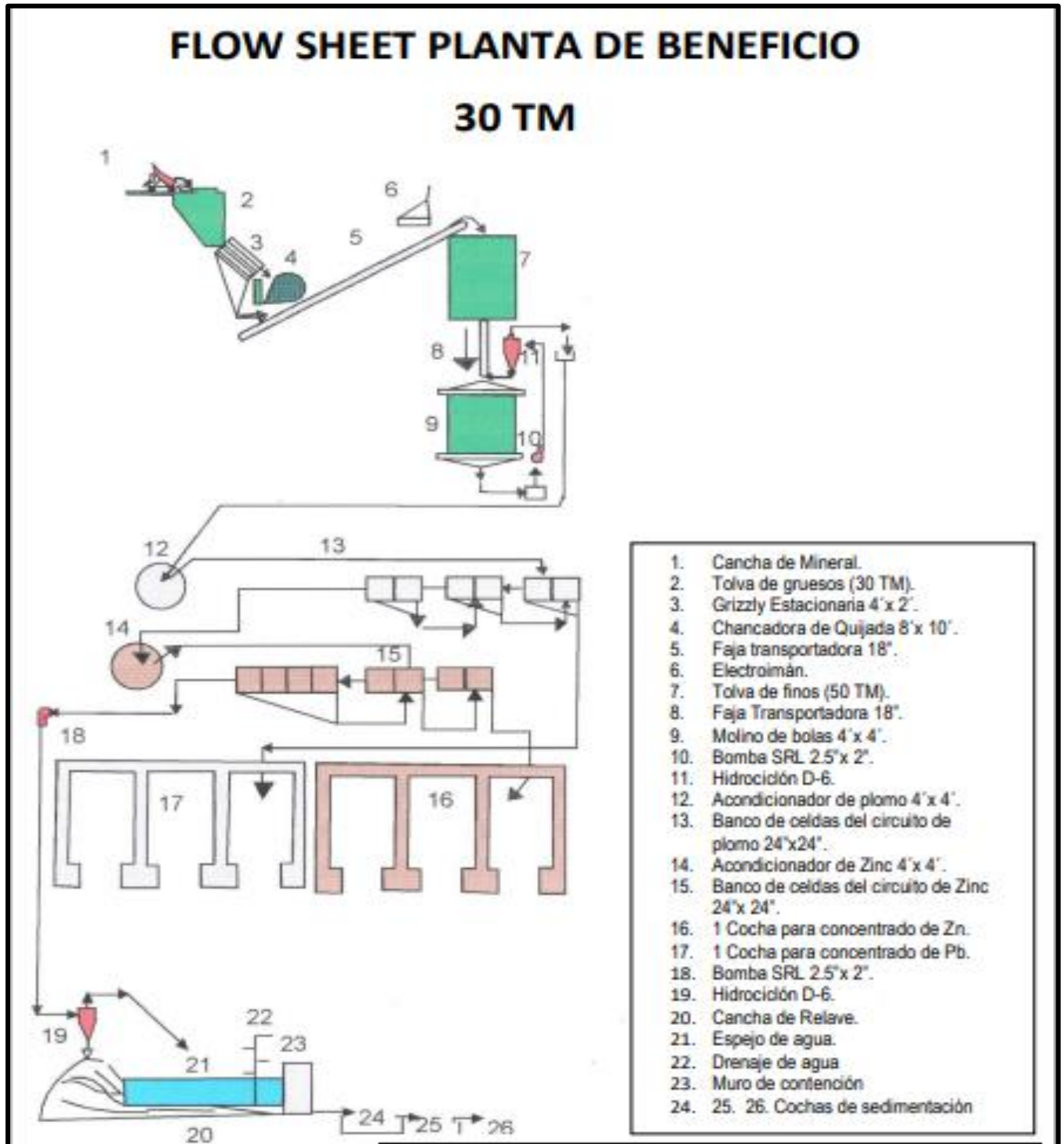
- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.


- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Niquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminths	Huevo/L	1	1	**

# ANEXO N°4: FLOW SHEET PLANTA METALÚRGICA SAN SEBASTIÁN

AMC



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN			
	TÍTULO: FOW-SHET PLANTA SAN SEBASTIÁN AMC		PLANO N°: <b>A - 12</b>
	DIBUJO: Bach. Gian Piero, TRINIDAD POVIS	ESCALA: GRAFICA	FECHA: 29-04- 2024
	Bach. Jherson Samuel, DAVILA VICENTE		

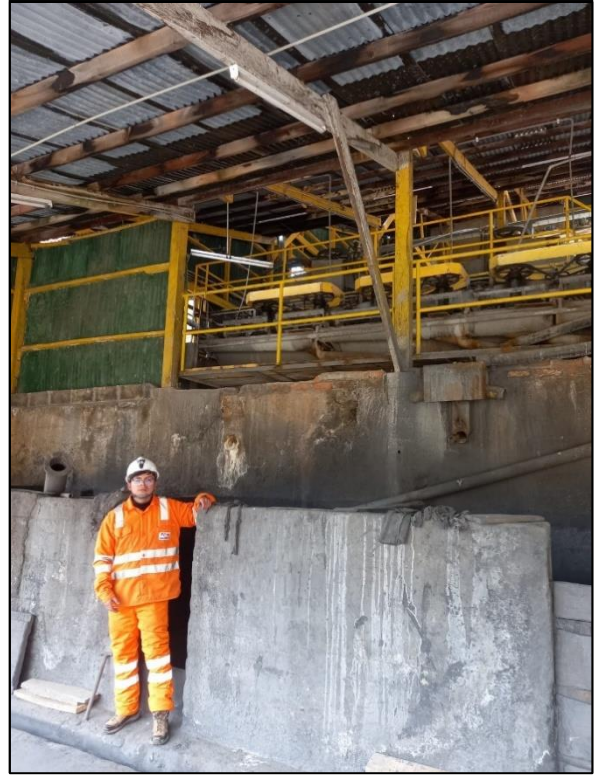


*Ilustración 1: Entrada al Centro poblado Yacutinco.*



*Ilustración 2: Vista Panorámica de la planta concentradora San Sebastián AMC.*





*Ilustración 3: Área de Procesamiento mineral de la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC*



*Ilustración 4: Cauce del río dentro del área de la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC y Relavera.*





*Ilustración 5: Poza de Sedimentación de salida de Agua de la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC.*



*Ilustración 6: Relave Minero de la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC.*





*Ilustración 7: Agua de Salida de la Planta Metalúrgica San Sebastián AMC  
destinada a reutilizarse.*



*Ilustración 8: Toma de Muestra Aguas Arriba (M-1).*





*Ilustración 9: Toma de Muestra Aguas Abajo (M-3).*



*Ilustración 10. Toma de Muestra Aguas Abajo (M-4).*





*Ilustración 11: Monitoreo In -Situ utilizando equipo Multiparámetro.*



*Ilustración 12: Llenado de datos en registro de campo*