

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RÍO SAUCICUCHO- CAÑARIS ANTES Y
DESPUÉS DEL VERTIMIENTO DE AGUAS ÁCIDAS DE LA MINERA
ALGAMARCA

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:
LINCE CICELI, MERLO BECERRA

ASESOR:
ING. M. Cs. GIOVANA ERNESTINA, CHÁVEZ HORNA

CAJAMARCA – PERÚ

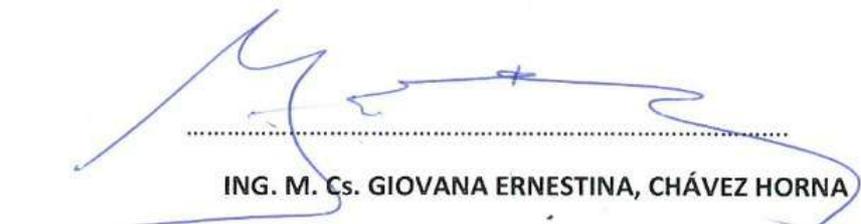
2025



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- Investigador:
LINCE CICELI MERLO BECERRA
DNI N° 70229585
Escuela Profesional/Unidad UNC:
DE INGENIERÍA AMBIENTAL
- Asesor:
ING. M. Cs. GIOVANA ERNESTINA, CHÁVEZ HORNA
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
- Grado Académico o título profesional:
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título del trabajo de investigación:
ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RÍO SAUCICUCHO- CAÑARIS ANTES Y DESPUÉS DEL VERTIMIENTO DE AGUAS ÁCIDAS DE LA MINERA ALGAMARCA
- Fecha de evaluación: 31/01/2025
- Software antiplagio: TURNITIN URKUND (ORIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud: 7%
- Código documento:
- Resultado de la evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha de Emisión: 07/08/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 ING. M. Cs. GIOVANA ERNESTINA, CHÁVEZ HORNA DNI: 40432609

*En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Celendín, a los veinticuatro días del mes de julio del año dos mil veinticinco, se reunieron en el aula 101 de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Sede Celendín, los miembros del Jurado, designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 217-2025-FCA-UNC, de fecha 12 de mayo del 2025, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RÍO SAUCICUCHO – CAÑARIS ANTES Y DESPUÉS DEL VERTIMIENTO DE AGUAS ÁCIDAS DE LA MINERA ALGAMARCA", realizada por la Bachiller LINCE CICELI MERLO BECERRA para optar por el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

A las DIECISEIS horas con TREINTA minutos, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, el presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el presidente del Jurado anunció la APROBACIÓN por UNANIMIDAD con calificativo de QUINCE (15) por tanto, la Bachiller queda expedido para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

A las DIECISIETE horas y CUARENTA minutos del mismo día, el presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing° M. Cs. Edgar Darwin Díaz Mori
PRESIDENTE

Ph.D. Manuel Roberto Roncal Rabanal
SECRETARIO

Ing. M. Cs. Adolfo Máximo López Aylas
VOCAL

Ing° M. Cs. Giovana Ernestina Chávez Horna
ASESOR

COPYRIGHT © 2025 by
LINCE CICELI, MERLO BECERRA
Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios, por ayudarme a cumplir esta gran meta de mi vida. Además, de brindarme su protección, estuvo para mí en cada segundo, para escuchar mis angustias y llenarme de ánimo y fortaleza.

A mi madre Santos Manuelita Becerra Ligan, pues sin ella no lo había logrado desarrollar esta tesis, por tu bendición a diario y a lo largo de mi vida, que me proteges y me llevas por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor
madre mía.

A mi padre Rodolfo Merlo Vázquez, por brindarme su soporte desde el primer día, sus consejos y educación han sido de los mejores.

A mi hermano Cristhian Merlo Becerra, por siempre estar para mí, sabes que este logro también es tuyo.

AGRADECIMIENTO:

A mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

A mi asesora Ing. M. Cs. Giovana E. Chávez Horna por su dedicación y paciencia durante la que ha demostrado no solo un gran conocimiento, sino también una comprensión y empatía, sin sus correcciones precisas no hubiera sido posible el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

Ítem	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO:.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	5
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	5
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. <i>Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua</i>	8
2.2.2. <i>Índice de calidad de agua (ICA-PE)</i>	9
2.2.3. <i>Límite máximo permisible (LMP)</i>	11
2.2.4. <i>Drenaje ácido de mina</i>	12
2.2.5. <i>Conductividad</i>	13

2.2.6.	<i>Potencial de hidrógeno</i>	13
2.2.7.	<i>Oxígeno disuelto (OD)</i>	13
2.2.8.	<i>Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)</i>	14
2.2.9.	<i>Aceites y grasas</i>	14
2.2.10.	<i>Metales Pesados</i>	15
2.3.	<i>Definición de Términos Básicos</i>	15
2.3.1.	<i>Calidad de agua</i>	15
2.3.2.	<i>Aguas ácidas</i>	16
2.3.3.	<i>Efluente líquido de actividades minero</i>	16
2.3.4.	<i>Pasivos ambientales mineros</i>	16
CAPÍTULO III		17
MATERIALES Y MÉTODOS		17
3.1.	<i>Localización de la Investigación</i>	17
3.2.	<i>Materiales</i>	17
3.3.	<i>Metodología</i>	18
5.2.1	<i>Procedimiento</i>	22
3.3.1.	<i>Análisis de datos y estimación del índice de calidad de agua (ICA)</i>	27
3.3.2.	<i>Análisis estadístico</i>	27
CAPÍTULO IV		28

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Parámetros	28
4.1.1. Potencial de hidrógeno (pH).....	28
4.1.2. Caudal (Q).....	29
4.1.3. Temperatura	30
4.1.4. Oxígeno disuelto (OD).....	31
4.1.5. Conductividad eléctrica (CE).....	33
4.1.6. Color.....	34
4.1.7. Aceites y grasas	35
4.1.8. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅).....	36
4.1.9. Coliformes termotolerantes	38
4.2. Metales totales	39
4.2.1. Aluminio (Al)	39
4.2.2. Arsénico (As)	40
4.2.3. Bario (Ba).....	41
4.2.4. Cadmio (Cd)	42
4.2.5. Cobre (Cu).....	43
4.2.6. Hierro (Fe)	45
4.2.7. Magnesio (Mg)	46
4.2.8. Plomo (Pb).....	46

4.2.9.	<i>Cobalto (Co)</i>	47
4.2.10.	<i>Manganeso (Mn)</i>	48
4.2.11.	<i>Cromo (Cr)</i>	50
4.2.12.	<i>Litio (Li)</i>	51
4.2.13.	<i>Níquel (Ni)</i>	51
4.2.14.	<i>Zinc (Zn)</i>	52
4.3.	Índice de Calidad de Agua.....	54
4.3.1.	<i>Análisis de varianza (ANOVA)</i>	57
CAPÍTULO V		58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		58
5.1.	Conclusiones.....	58
5.2.	Recomendaciones	59
CAPÍTULO VI.....		60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		60
CAPÍTULO VII.....		68
ANEXOS.....		68
ANEXO 1. Presentación de la Matriz de Consistencia.		69
ANEXO 2. Cálculos		70
ANEXO 3. Panel Fotográfico.....		71

ANEXO 4. Resultados de los Análisis del Laboratorio Regional del Agua 82

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	página
Tabla 1 Categoría 3 – D1: Riego de vegetales y D2: Bebidas de animales.....	9
Tabla 2 Interpretación de la calificación ICA-PE.....	11
Tabla 3 LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas	12
Tabla 4 Descripción de las unidades geológicas	22
Tabla 5 Uso actual del suelo del AID.....	23
Tabla 6 Descripción de frecuencia de monitoreo	25
Tabla 7 Método de ensayo de la medición de los parámetros	26
Tabla 8 Esquema del análisis de varianza del diseño completamente al azar (DCA)	27
Tabla 9 Calificación del índice de calidad de agua.	55
Tabla 10 ANOVA, ICA-PE.....	57
Tabla 11 Matriz de consistencia	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	página
Figura 1 Ubicación del trabajo de investigación.....	20
Figura 2 Puntos de monitoreo.....	21
Figura 3 Valores de potencial de hidrógeno.....	28
Figura 4 Variación de caudal del río Saucicucho – Cañaris.....	30
Figura 5 Variación de temperatura del río Saucicucho – Cañaris.....	31
Figura 6 Valores de oxígeno disuelto.....	32
Figura 7 Valores de conductividad eléctrica.....	33
Figura 8 Color verdadero.....	35
Figura 9 Valores de aceites y grasas.....	36
Figura 10 Valores de demanda bioquímica de oxígeno.....	37
Figura 11 Concentraciones de coliformes termotolerantes.....	38
Figura 12 Valores de aluminio.....	39
Figura 13 Valores de arsénico.....	41
Figura 14 Valores de bario.....	42
Figura 15 Valores de cadmio.....	43
Figura 16 Valores de cobre.....	44
Figura 17 Valores de hierro.....	45
Figura 18 Valores de magnesio.....	46
Figura 19 Valores de plomo.....	47
Figura 20 Valores de cobalto.....	48

Figura 21	Valores de manganeso	49
Figura 22	Valores de cromo	50
Figura 23	Valores de litio.....	51
Figura 24	Valores de níquel	52
Figura 25	Valores de zinc.....	53
Figura 26	Medición del índice de calidad de agua	54

RESUMEN

Se determinó el índice de calidad ambiental del río Saucicucho - Cañaris del Departamento de Cajamarca, provincia de Cajabamba, distrito Cachachi en la localidad de Algamarca a 200 m antes y después del vertimiento de aguas ácidas de la minera Algamarca. Se aplicó un diseño tipo no experimental básica, descriptiva donde buscó determinar información y hechos o sucesos. Para ello se realizó el monitoreo de acuerdo con el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (R.J. 068-2018-ANA), el muestreo fue puntual, teniendo dos puntos de monitoreo en los cuales se evaluaron los aspectos físicos, químicos y microbiológicos que fueron comparados con el ECA para la categoría 3-D1 y D2, determinándose que en el punto de monitoreo P1 de los 26 parámetros analizados no se encontraron excedencias. Presentándose una calidad de agua excelente, esto quiere decir que las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados. Mientras que para el punto de monitoreo P2 se encontraron excedencias elevadas para la Cat 3-D1 y D2. Los parámetros que excedieron fueron; conductividad, DBO₅ (20.1 mg/L), OD (2.49 mgO₂/L), pH (7.66), Al (59.6 mg/L), As (29.32 mg/L), Cd (0.898 mg/L), Fe (668.1 mg/L), Mn (2.9 mg/L), Pb (0.7 mg/L), Zn (32.58 mg/L). Presentándose una calidad de agua regular, esto quiere decir que la calidad del agua natural está amenazada o contaminada. Como resultado al diluirse producen alteraciones en la calidad del agua, afectando sus condiciones naturales, limitando el uso del recurso, dificultando la subsistencia de especies acuáticas y aumentando el riesgo de contaminación y la salud para las personas de las comunidades

Palabras clave: ICA, ECA Cat 3, Parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

ABSTRACT

It is determine the environmental quality index of the Saucicucho - Cañaris river in the department of Cajamarca, province of Cajabamba, Cachachi district in the town of Algamarca at 200 m before and after the discharge of acid waters from the Algamarca mining company. A basic, descriptive, non-experimental design was applied where it sought to determine information and facts or events. For this, monitoring was carried out according to the national protocol for monitoring the quality of surface water resources (R.J. 068-2018-ANA), the sampling was punctual, having two monitoring points in which the physical aspects were evaluated, chemical and microbiological parameters that were compared with the ECA for category 3-D1 and D2, determining that at monitoring point P1 of the 26 parameters analyzed, no exceedances were found. Presenting excellent water quality, this means that the conditions are very close to natural or desired levels. While for monitoring point P2, high exceedances were found for Cat 3-D1 and D2. The parameters that were exceeded were; conductivity, DBO₅ (20.1 mg/L), OD (2.49 mgO₂/L), pH (7.66), Al (59.6 mg/L), As (29.32 mg/L), Cd (0.898 mg/L), Fe (668.1 mg/L), Mn (2.9 mg/L), Pb (0.7 mg/L), Zn (32.58 mg/L). as a result regular water quality, this means that the natural water quality is threatened or contaminated. Which, when diluted, produce alterations in the quality of the water, affecting its natural conditions, limiting the use of the resource, making the subsistence of aquatic species difficult and increasing the risk of contamination and health for the people of the communities.

Keywords: ICA, ECA Cat 3, Physical, chemical and microbiological parameters.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El número de minas informales ha aumentado significativamente en los últimos años, lo que ha tenido efectos negativos significativos en las personas, los animales y los cultivos agrícolas. Un ejemplo es la contaminación y alteración de las propiedades de los recursos hídricos provocada por el vertido de aguas tóxicas con alto contenido en metales (Pierola, 2017).

Uno de los más grandes problemas hoy en día es la descarga de relaves mineros de la revisión del estudio efectuado por SUNASS, se desprende que el 70% de estos relaves no tienen tratamiento alguno (Gonzales et al., 2018).

El Perú es uno de los países de mayor tradición minera en Latinoamérica y el mundo. Es el segundo productor de cobre, zinc y plata a nivel mundial. En América Latina ocupa el primer lugar en la producción de oro, zinc, plomo y molibdeno. Asimismo, posee las mayores reservas de plata del mundo y lidera el ranking latinoamericano en reservas de estos metales. Esto no solo refleja la riqueza que poseemos en nuestros recursos minerales, sino la capacidad de producción de la minería peruana y la estabilidad de nuestras políticas económicas. (MINEM, 2017)

Actualmente, el cambio climático y el estrés hidrológico han provocado un límite de agua limpia en todo el mundo. Esto ha llevado a la pérdida de la biodiversidad ya la

degradación parcial o total de las fuentes de alimentos, lo que ha resultado en pérdidas irreversibles de vidas humanas (Marañón et al., 2021).

A la fecha, la minería informal, viene imperando en el centro poblado de Algamarca, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca. porque no todos están inscritos como asociados, y vienen explotando de forma clandestina, sin leyes ni supervisiones de organismos competentes, desde el límite superior (nivel 0) de explotación hasta el límite inferior (nivel 5), sus efluentes mineros se encuentran en este último, y son vertidos directamente al río en estudio, y no hay organismos que detenga este impacto ambientalmente nocivo para la población aledaña que hace uso de este recurso hídrico.

La actividad minera informal; la misma que se encuentra en proceso de formalización; que se desarrolla en la zona cercana a este río, elimina una mezcla de distintos residuos químicos en sus aguas; existen aproximadamente 71 bocaminas de explotación reconocidas, 132 socios empadronados (según padrón de la asociación AMASBA); directamente al río Saucicucho, probablemente con contenido de metales pesados como: mercurio, cadmio, arsénico y plomo, siendo estos metales elementos tóxicos para el desarrollo de cualquier especie, alterando de esta manera los ecosistemas que dependen de este río. Además de alterar la calidad de agua a nivel físico y químico. Sin embargo, también se puede describir en esta zona, río abajo, la existencia de relaves mineros, considerados como pasivo ambiental minero (PAM), justamente a borde del río Saucicucho, depósitos que fueron colocados por la antigua minera formal Algamarca S.A., en periodos anteriores a la minería informal actual, las mismas que en época de lluvia arrastran sustancias tóxicas al río aledaño, sumándose a la probable contaminación río arriba, se obtiene un río con características físicas diferente a simple vista.

La presente investigación se justifica en el sentido práctico-social considerando que las aguas del río Saucicucho – Cañarís son utilizados para fines de agricultura, ganadería y uso humano en general, por lo tanto, la población se ve afectada, al hacer uso de este recurso hídrico; desconociendo las características fisicoquímicas, poniendo en riesgo su salud, la productividad de sus sembríos y animales.

En referencia a los social, la población vive el día a día en la incertidumbre que el agua está altamente contaminada con efluentes mineros, es por esta razón que nace el interés del estudio, para valorar y cuantificar los indicadores ambientales en el río Saucicucho, y tomar las mejores medidas para disminuir el impacto ambiental, y el daño que está causando a la población en general, y el potencial peligro a la salud y los ecosistemas. Mostrar que se deberían tomar acciones inmediatas a través de las leyes que protegen el medio ambiente, y que los organismos responsables cumplan con el compromiso de mitigar el impacto, mejorando las condiciones de la población y mejorar el hábitat de las especies que puedan desarrollarse en este tipo de ecosistemas, Para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

Comparar los valores de los parámetro físico y químico y microbiológico del agua del río Saucicucho – Cañarís con los ECA para la categoría 3

Determinar el índice de calidad ambiental del río Saucicucho - Cañarís antes y después del vertimiento de aguas ácidas de la minera Algamarca.

Se realizó el monitoreo de la calidad del río según el protocolo nacional (R.J. 068-2018-ANA), el muestreo fue puntual, teniendo dos puntos de monitoreo en los cuales se evaluaron los aspectos físicos, químicos y microbiológicos que fueron comparados con el ECA para la categoría 3-D1 y D2, determinándose que en el punto de monitoreo P1 de los 26 parámetros analizados no se encontraron excedencias. Presentándose una calidad de agua

excelente, esto quiere decir que las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados. Mientras que para el punto de monitoreo P2 se encontraron excedencias elevadas para la Cat 3-D1 y D2. Los parámetros que excedieron fueron; conductividad, DBO₅ (20.1 mg/L), OD (2.49 mgO₂/L), pH (7.66), Al (59.6 mg/L), As (29.32 mg/L), Cd (0.898 mg/L), Fe (668.1 mg/L), Mn (2.9 mg/L), Pb (0.7 mg/L), Zn (32.58 mg/L). Presentándose una calidad de agua regular, esto quiere decir que la calidad del agua natural está amenazada o contaminada. Los cuales al diluirse producen alteraciones en la calidad del agua, afectando sus condiciones naturales, limitando el uso del recurso, dificultando la subsistencia de especies acuáticas y aumentando el riesgo de contaminación y la salud para las personas de las comunidades.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Según Graza y Quispe (2015) afirman en su estudio sobre la cuantificación de arsénico, cadmio y plomo en las aguas de un tramo del río Santa en el tramo adyacente a lo pasivo ambiental minero de Recuay, Ticapampa, en la provincia de Recuay (Ancash). Las muestras de agua se tomaron en nueve (09) puntos consecutivos que estuvieron conformados además de tres (03) blancos (blanco viajero, blanco muestreo y blanco lago), analizándose la concentración de metales, cada punto por el método de espectrofotometría de absorción atómica. La concentración de arsénico fue 0.0404 mg/L, del plomo 0.6402 mg/L y del cadmio 0.0396 mg/L; todos ellos superan a los límites máximos permisibles establecidos por los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” del Ministerio del Ambiente. Según los resultados obtenidos. Este estudio comprobó que parte de la contaminación del río Santa es provocada principalmente por la descarga residuos mineros que están ubicados a lo largo de todo su cauce (en el tramo de Ticapampa – Recuay).

Según Luna (2019) determinó el índice de calidad de agua del río Asana de la cuenca Asana – Osmore - Ilo, del distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, región Moquegua, con el fin de evaluar cualitativamente la calidad de aguas superficiales del río Asana en el

distrito de Torata en la provincia de Mariscal Nieto de la región Moquegua. Al comparar los resultados fisicoquímicos y microbiológicos con los Estándares de Calidad Ambiental de la Categoría 3, subcategoría D-1, agua para riego de vegetales; se concluye que el parámetro zinc, se encuentra elevado en las estaciones de monitoreo RAsan-1 y RAsan-3, finalmente se obtuvieron como resultado una calificación de acuerdo al ICA de excelente para las tres estaciones de monitoreo, lo que indica que: la calidad del agua, se encuentra protegida con ausencia de amenazas o daños, pues las condiciones son muy cercanas a niveles deseados o naturales.

Según Saucedo (2021), realizó una investigación que se basa en estimar el nivel de riesgo ambiental de aguas ácidas generado por residuos mineros (desmonte y relaves), expuestos en el río Cañaris, producido por la explotación artesanal de años pasados en zona de Algamarca, Cajabamba; utilizando la metodología de evaluación de riesgo ambiental presentada por el ministerio del Ambiente. En el análisis físico químico y pH se realizó 6 muestras de agua en el tiempo de estiaje, mostrando concentración de metales pesados arsénico con (0.47 mg/L), hierro (12.14 mg/L) y cobre (8.13 mg/L), concluyendo que el nivel de riesgo ambiental del drenaje ácido generado por residuos mineros (desmonte y relaves) del río Cañaris es alto.

Según Díaz (2016) manifiesta que la existencia de los veintidós pasivos ambientales identificados en el distrito de San Mateo de Huanchor, constituyen un riesgo ambiental permanente y potencial para la población y el ecosistema del lugar; en las onces bocaminas que son un acceso a las labores de mina no se ha realizado ningún estudio por parte del Ministerio de Energía y Minas. En los resultados del monitoreo de agua de las diferentes

estaciones de monitoreo de DIGESA resultan que la calidad de agua presenta solamente en cuatro estaciones E-05 con 0.14 mg/L, E-07 con 0.35mg/L, E-07 con 0.19 mg/L.

Según Jiménez y Llico (2020), evaluaron la calidad de agua del río Muyoc se localiza al oeste de la provincia de San Marcos, según ICA – PE. El cual incorpora parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Con la finalidad de evaluar si la calidad de agua es buena o mala para el riego de vegetales y bebida de animales. Los resultados de la evaluación nos indican que en el monitoreo realizado en los tres puntos a lo largo del río Muyoc, los indicadores que sobre pasan son los cloruros, obteniendo resultados de 9217.78; 7090.6 y 7799.6 mg/L; el otro indicador es el pH obteniendo valores de 4.5, 4.03 y 4.3, son los parámetros que sobrepasan los valores establecidos por del ECA – Agua. Por lo tanto, se concluyó que el Índice de Calidad Ambiental de Agua (ICA-PE), en el río Muyoc, se obtiene como resultado una buena calidad del agua; en tanto, en el segundo análisis ningún parámetro sobrepasa el ECA – Agua.

Según Guevara y Marín (2019) evaluaron la concentración de los metales pesados en el río Michiquillay, 2020. En el desarrollo de la investigación el muestreo se realizado en el mes de febrero del año 2020, por la empresa activos mineros SAC. La investigación tuvo un diseño no experimental con diseño transeccional descriptivo; teniendo como muestra 4 puntos de monitoreo para la evaluación de concentración de los parámetros ya mencionados con el ECA para agua categoría 3 subcategoría D1 y D2 riego de vegetales y bebida de animales, también se determinó el estado del agua con el índice de calidad de agua. Se concluye que el resultado para cobre tiene una concentración de 0.5577 mg/L y 1.2747 mg/L de la misma forma el potencial de hidrógeno con un valor de 4, agua ácida, en el punto de muestreo MCH-AS-02, hierro con una concentración de 5.32 mg/L en el punto MCH-04 excediendo lo

establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para agua categoría 3 según el D.S N° 004-2017-MINAM. El ICA-PE fue de 73.51 indicando un estado de agua regular.

Según Sempértegui (2019), determinó la concentración de mercurio, cadmio, arsénico y plomo en el río Saucicucho y del efluente minero informal. Fue un estudio descriptivo, transversal y no experimental. Se ejecutó durante los meses de febrero y junio del 2018, el primer punto, fue antes del contacto con el efluente; segundo punto, después del contacto con efluente minero; tercer punto, mismo efluente minero. dando como resultados durante las dos evaluaciones, punto 1, valores normales; punto 2, el cadmio muestra un nivel elevado de (0.003 mg/L) en la primera y segunda evaluación (0.084 mg/L); el arsénico (0.876 mg/L), en la segunda evaluación, también, supera los ECA para la categoría 3; con respecto a los LMP en la segunda evaluación cadmio (1.605 mg/L), arsénico con (17.78 mg/L), plomo (0.566 mg/L), superan los límites máximos permisibles (LMP).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua

Se entiende como la medida que establece el nivel o grado de parámetros físicos, químicos y biológicos existentes en el aire, el agua o el suelo en su condición receptora sin que representen un riesgo significativo para la salud humana o ambiental. (MINAM, 2017)

En el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM se “Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias” Categoría 3 – D1: Riego de vegetales y D2: Bebidas de animales.

Tabla 1

Categoría 3 – D1: Riego de vegetales y D2: Bebidas de animales

Parámetros	unidad	ECA Cat. 3		
		D1	D2	
Parámetros Físicoquímicos	Conductividad a 25°C	μS/cm	2500	5000
	Color Verdadero	UC	100 a	100 a
	Aceites y Grasas	mg/L	5	10
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	15	15
	Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	≥ 4	≥ 5
	potencial de hidrogeno	pH	6.5 a 8.5	6.5 a 8.4
metales pesados	Aluminio (Al)	mg/L	5	5
	Arsénico (As)	mg/L	0.1	0.2
	Boro (B)	mg/L	1	5
	Bario (Ba)	mg/L	0.7	**
	Berilio (Be)	mg/L	0.1	0.1
	Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.05
	Cobalto (Co)	mg/L	0.05	1
	Cromo (Cr)	mg/L	0.1	1
	Cobre (Cu)	mg/L	0.2	0.5
	Hierro (Fe)	mg/L	5	**
	Litio (Li)	mg/L	2.5	2.5
	Magnesio (Mg)	mg/L	**	250
	Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	0.2
	Níquel (Ni)	mg/L	0.2	1
	Plomo (Pb)	mg/L	0.05	0.05
	Selenio (Se)	mg/L	0.02	0.05
	Zinc (Zn)	mg/L	2	24
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.01	
Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	1000

Fuente: MINAM (2017)

2.2.2. Índice de calidad de agua (ICA-PE)

Constituye un instrumento fundamental en la gestión de la calidad de los recursos hídricos porque permite transmitir información de manera sencilla sobre la calidad del recurso hídrico a las autoridades competentes y al público en general; e identifica y ver las condiciones de calidad del agua. Para la determinación del índice de calidad de agua se tiene

en cuenta tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático un valor único (entre 0 y 100), que va a representar y describir el estado de la calidad del agua de un punto de monitoreo, un curso de agua, un río o cuenca. La definición y determinación de estos tres factores se describen a continuación (ANA, 2018).

F1- Alcance: representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) vigente, respecto al total de parámetros a evaluar.

F2 - Frecuencia: representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA- Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos).

F3 - Amplitud: es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, indicar los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

Una vez obtenido el valor de los factores (F1, F2, y F3) se procede a realizar el cálculo del índice de calidad de agua, siendo este la diferencia de 100 y la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de los tres (03) factores, F1, F2 y F3; valor que se presenta en un rango de 100, como un ICA de excelente calidad a 0, como valor que representa un ICA de pésima calidad (Alarcón, 2019).

Se expresa en la siguiente ecuación:

$$ICA - PE = 100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} \right)$$

Fuente. Tomado de ANA (2018)

El valor del índice de calidad de agua, ICA - PE, es calculado y como resultado, el valor del índice se presenta como un número adimensional comprendido entre un rango, el cual permite establecer escalas en cinco rangos, que son niveles de sensibilidad que expresan y califican el estado de la calidad del agua, como pésimo, malo, regular, bueno y excelente (Domingo et al., 2004).

Tabla 2

Interpretación de la calificación ICA-PE.

ICA-PE	Interpretación	Calificación
90 – 100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
75 – 89	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
45 – 74	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
30 – 44	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0 – 29	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Fuente: ANA (2018)

2.2.3. Límite máximo permisible (LMP)

El presente Decreto Supremo aprueba los Límites Máximos Permisibles - LMP, para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas. Esta norma aplica a todas las actividades minero-metalúrgicas que se desarrollen dentro del territorio nacional

En el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM se “los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas.

Tabla 3*LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas*

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento
pH		6-9
Sólidos Total Suspendidos	mg/L	50
Aceites y Grasas	mg/L	20
Cianuro Total	mg/L	1
Arsénico Tota	mg/L	0.1
Cadmio Total	mg/L	0.05
Cromo Hexavalente	mg/L	0.1
Cobre Total	mg/L	0.5
Hierro (Disueltos)	mg/L	2
Plomo Total	mg/L	0.2
Mercurio Total	mg/L	0.002
Zinc total	mg/L	1.5

Fuente: MINAM (2010)

2.2.4. Drenaje ácido de mina

Se dan origen en la actividad minera, especialmente en etapas de cierre y/o abandono cuando no se ha tomado las precauciones para impedir su producción; hecho que genera contaminación del agua, suelo y aire (Carhuamaca, 2018).

Nordstrom (1985) menciona que el proceso de oxidación de la pirita es el principal responsable de la formación de aguas ácidas y, afirman que estas reacciones geoquímicas se aligeran en áreas mineras debido a que el aire entra en contacto con mayor facilidad con los sulfuros a través de las labores de acceso y la porosidad generada en las pilas de estériles y residuos, unido a ello el cambio de composición química y el aumento de la superficie de contacto de las partículas. Asimismo, afirma que los procesos físicos, químicos y biológicos tienen gran influencia en la generación, movilidad y atenuación de la contaminación ácida de las aguas, y los factores que más afectan a la generación de agua ácida son: el volumen, la concentración, el tamaño de grano y la distribución de la pirita.

2.2.5. Conductividad

La conductividad en el agua es una medida de su capacidad para trasladar una corriente eléctrica. Depende de la concentración total de iones disueltos en el agua, así como de la temperatura a la que se realiza la medición, por lo que cualquier cambio en la cantidad de las sustancias que se disuelven, la movilidad de los iones que se disuelven o el valor de los iones que se disuelven dan como resultado un cambio en la conductividad (Capacoila, 2017).

2.2.6. Potencial de hidrógeno

El pH varía de 0 a 14 en soluciones acuosas, siendo los valores de pH inferiores a 7 ácidos y superiores a 7 alcalinos. La neutralidad de una sustancia está indicada por un pH de 7; sin embargo, las aguas naturales pueden tener un pH ácido debido a la disolución atmosférica de SO_2 y CO_2 , CO_3 de los suelos calizos provenientes de los seres vivos o por el ácido sulfúrico procedente de algunos minerales. Las aguas contaminadas con zonas de descargas industriales pueden tener un pH muy ácido (Capacoila, 2017).

2.2.7. Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto se establece como la concentración (mg/L) o como la cantidad de oxígeno presente en el agua a una temperatura determinada. Se conoce también como el porcentaje de saturación. La unidad de mg/L representa miligramos por litro; Barrenechea (2013) menciona que la turbiedad es un factor importante en la producción de oxígeno en cuerpos de aguas superficiales, porque los altos valores de turbiedad limitan la penetración de los rayos del sol y con ello la fotosíntesis, por consiguiente, se considera que los efluentes mineros presentan cargas contaminantes como sedimentos, que alteran los niveles naturales de turbiedad del agua de las fuentes hídricas receptoras.

la Fundación Mapfre (2005), manifiesta que las grasas y aceites presentes en las fuentes hídricas, además de producir un impacto estético, reducen la reoxigenación del agua, disminuyendo el oxígeno disuelto y absorbiendo la radiación solar, afectando la actividad fotosintética y, en consecuencia, la producción interna de oxígeno disuelto.

2.2.8. *Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)*

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es una prueba que se emplea para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general residuales; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. Existen numerosos factores que afectan la DBO₅, entre ellos la relación de la materia orgánica soluble a la materia orgánica suspendida, los sólidos sedimentables, los flotables, la presencia de hierro en su forma oxidada o reducida, la presencia de compuestos azufrados y las aguas no bien mezcladas (Rodier, 2012)

2.2.9. *Aceites y grasas*

Gonzales (2021) dice que a las grasas y aceites son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que, al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la presencia de natas y espumas; las mismas que dificultan cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en las primeras fases del tratamiento; entre sus principales características de las grasas es el componente de las aguas residuales que tiene una mayor tendencia a oxidarse.

Algunos aceites sobre todo los minerales, pueden ser muy tóxicos. En efecto, los vertimientos mineros sí podrían afectar la presencia de esta variable en los cuerpos de aguas

superficiales, porque al alcanzar concentraciones de grasas y aceites hasta de 69.783 kg/año al diluirse modificaría las condiciones naturales del agua (Vargas, 2012)

Los aceites y grasas no permiten el libre ingreso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar (Toapanta, 2020).

2.2.10. Metales Pesados

Es un elemento químico de alta densidad (hasta 4 g/cm³), masa y peso atómico superior a 20, y es tóxico en bajas concentraciones. Algunos ejemplos de estos productos químicos incluyen Aluminio (Al), Bario (Ba), Berilio (Be), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Arsénico (As), Cromo (Cr), Molibdeno (Mo). En general los metales se consideran que son perjudiciales, pero resultan ser esenciales en nuestra dieta y en algunos casos, su deficiencia o exceso puede conducir a problemas de salud (Londoño et al., 2016).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Calidad de agua

La calidad de agua se define por el conjunto de parámetros que indican que ésta cumple con ciertos estándares ya sea para uso doméstico, riego recreación e industria. (Coello et al., 2013).

2.3.2. Aguas ácidas

Son aguas que se generan como resultado de la oxidación química y biológica de sulfuros metálicos, especialmente pirita o pirrotita, que se pueden hallar presentes o formando parte de botaderos, relaves, basuras municipales (MINAM, 2012).

2.3.3. Efluente líquido de actividades minero

Es cualquier flujo regular o estacional de sustancia líquida descargada a los cuerpos receptores que provienen del desarrollo de actividades mineras o actividades conexas, incluyendo exploración, explotación, beneficio, transporte y cierre de minas (MINAM, 2010).

2.3.4. Pasivos ambientales mineros

Son aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad. (Art. 2° Ley N° 28271, ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera) (MINAM, 2010).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización de la investigación

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Cajamarca, provincia de Cajabamba, distrito de Cachachi, localidad de Algamarca en el río Saucicucho - Cañaris antes y después del vertimiento de aguas ácidas de la minera artesanal Algamarca. La muestra fue tomada en dos puntos de monitoreo, en 200 m aguas arriba y aguas abajo del vertimiento de la mina artesanal Algamarca, el primer punto de monitoreo P1 se situó entre las coordenadas 9157773 m N y 802635 m S y una altitud promedio de 2623 msnm. Para el segundo punto P2 se ubicó 9157805 m N y 802443 m S a una altitud promedio de 2618 msnm. (ver **Figura 1**)

3.2. Materiales

Muestra

- Agua del río Saucicucho - Cañaris

Materiales de campo

- Recipientes según requerimiento de análisis.
- Caja térmica
- Guantes

- Mascarillas
- Toalla de papel absorbente
- Marcador de tinta indeleble.
- Libreta de campo
- Lápices

Equipos e instrumentos

- Laptop con software para procesamiento y sistematización de datos.
- Impresora
- Multiparámetro HI98129-HANNA

3.3. Metodología

La unidad de análisis fue muestras simples o puntuales de los puntos de monitoreo, que estuvo ubicados antes y después de los vertimientos de la mina en el tramo del río Saucicucho, teniendo dos puntos de monitoreo en los cuales se evaluaron los aspectos físicos, químicos y microbiológicos que fueron comparados con el ECA agua para la categoría 3 riego de vegetales y bebidas de animales y LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas; se determinó el índice de calidad del agua del río Saucicucho - Cañaris, en época de estiaje, antes de ser impactado por los relaves mineros y después, para ambos puntos de monitoreo. La selección de los puntos de muestreo se realizó en función a los problemas ambientales que se pueden asociar a la alteración de la calidad del agua en el río Saucicucho - Cañaris.

El presente trabajo es una investigación de tipo básica, descriptiva donde busco determinar información y hechos o sucesos con el objetivo de generalizar conocimientos y teorías a determinar. En este caso la investigación pretendió encontrar indicadores que muestren la alteración del índice de calidad del río Saucicucho-Cañaris por el vertimiento de aguas ácidas de la mina artesanal Algamarca. La investigación tiene un diseño no experimental, considerando que ninguna variable será manipulada, transversal cuando el estudio se realiza en un solo momento del tiempo o durante un período corto, y tiene como objetivo describir o analizar una situación tal como ocurre en ese instante, sin seguir su evolución en el tiempo y tiene un nivel descriptivo comparativo, considerando que los resultados que se logró obtener se compararon con la normativa y guías ambientales que nos ayudaron a determinar la calidad del río Saucicucho-Cañaris. Este diseño se representa de la siguiente forma:

$$G_n: P1 \text{ ----- } X \text{ ----- } P2$$

Donde:

G n: Muestra de investigación

P1: Puntos de muestreo del río Saucicucho – Cañaris, 200 metros antes del vertimiento de la minera.

P2: Puntos de muestreo del río Saucicucho – Cañaris, 200 metros después del vertimiento de la mina.

X1: Observación

Figura 1

Ubicación del trabajo de investigación.

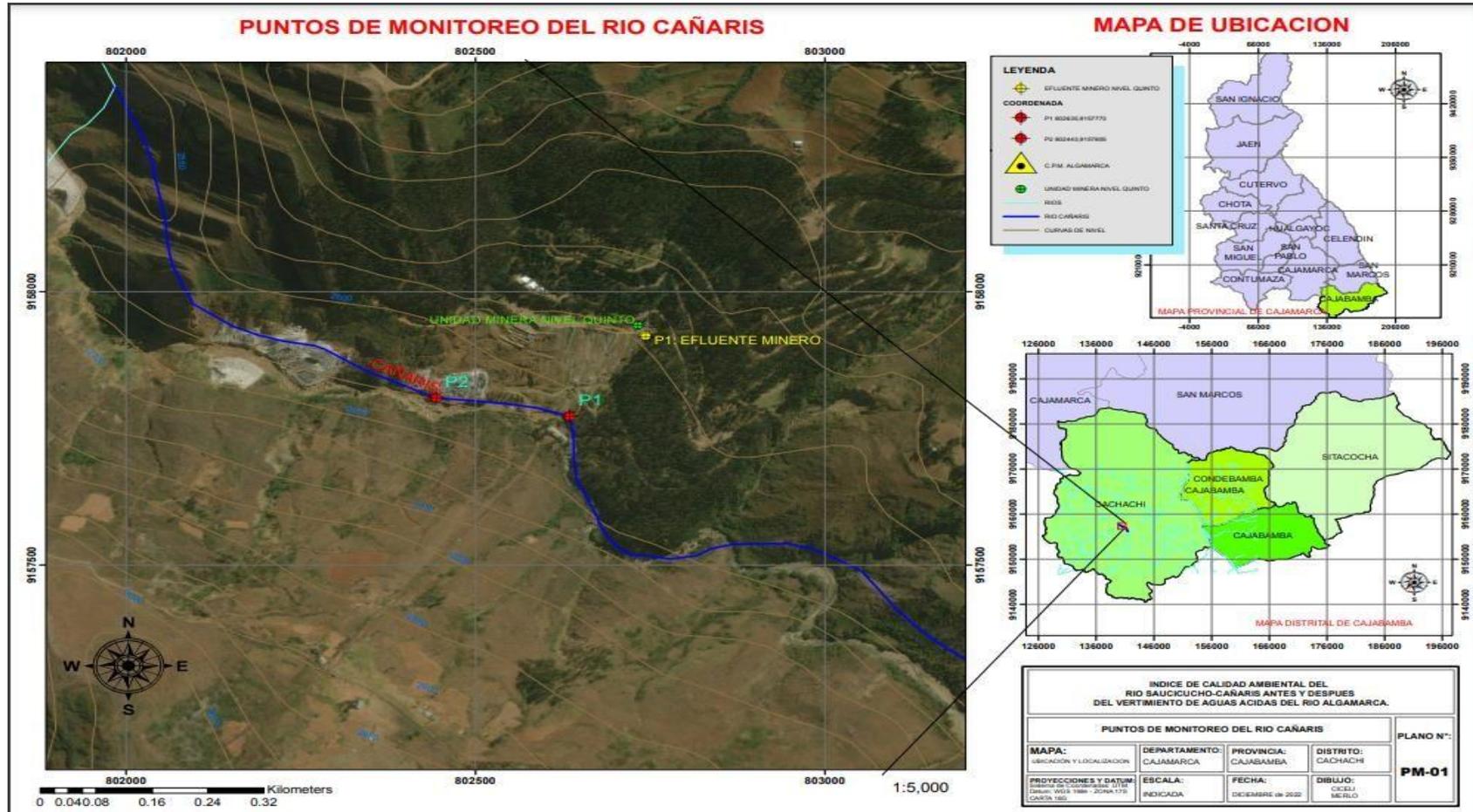
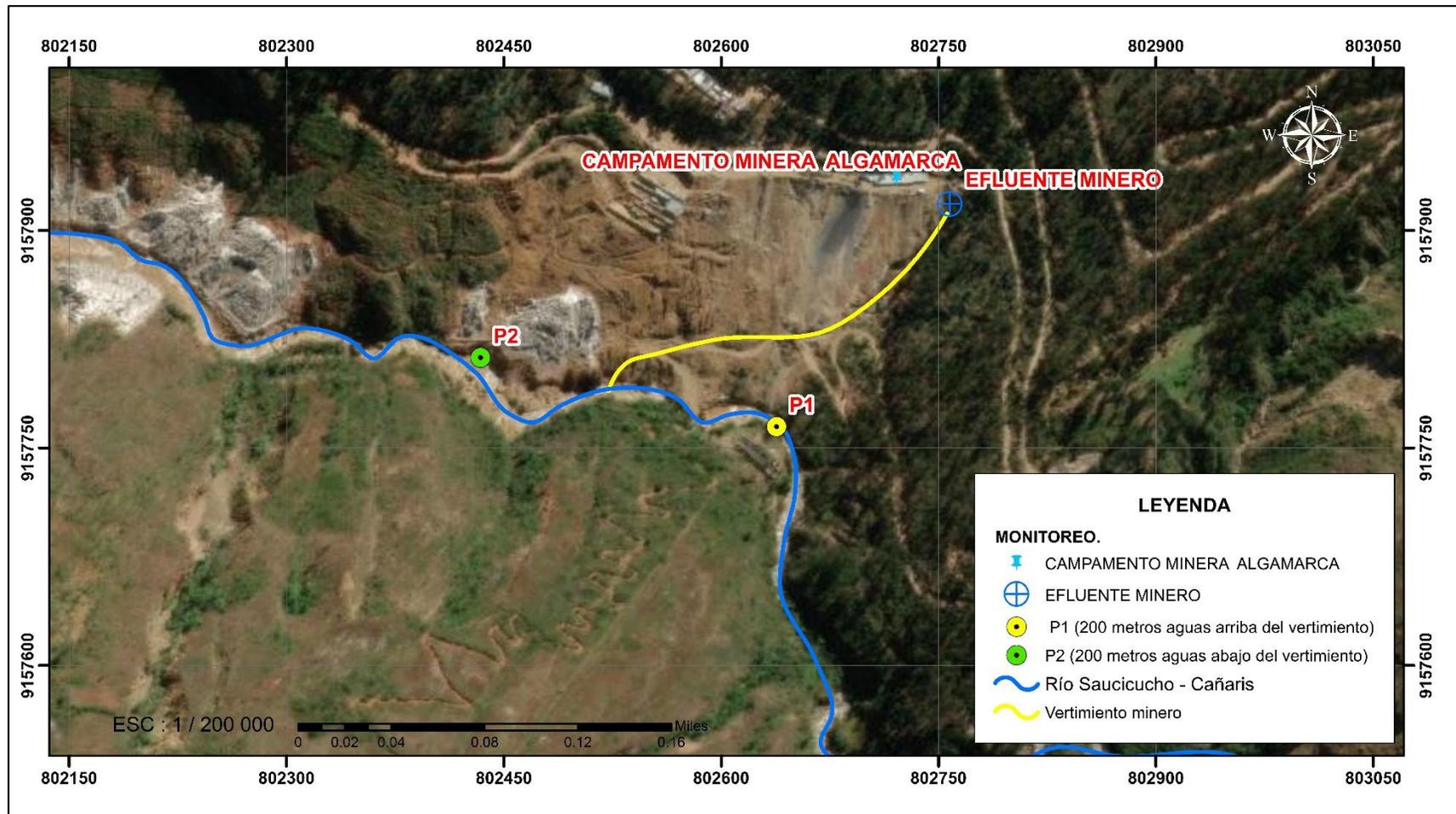


Figura 2

Puntos de monitoreo



5.2.1 Procedimiento

A. Diagnostico situacional del área de influencia directa de la minera Algamarca

- **Población y actividades económicas del área de influencia directa**

De acuerdo al INEI del metadato de los centros poblados, en el caserío de Algamarca presenta una población de 800 habitantes y 200 viviendas, dicho caserío cuenta con servicio de alumbrado público, establecimiento/ puesto de salud, puesto policial, el idioma natal es el castellano, la distancia del centro poblado hacia la capital de Cajabamba es de 38.1 km tomando la carretera 3N y Carr. Mina Shahuindo. y las principales actividades económicas que desempeña la población son: la agricultura, ganadería (68.21 %), seguido de la actividad de explotación de minas y canteras (6.85%), y un 5.12% a la actividad de construcción y comercio al menor.

- **Unidades geológicas**

Para la descripción de las características geológicas han sido descritas del cuadrángulo 16 g5 de Cajabamba (Geocatmin, 2024), ver **ANEXO 3, Mapa 1 perfil estratigráfico.**

Tabla 4

Descripción de las unidades geológicas

Centro poblado	Periodo	Era	Símbolo	Descripción
Algamarca	Cretácico	Inferior	ji-o Ki-to/gd	Oyotún /Granodioritas

Fuente: (Geocatmin, 2024).

Formación Oyotun (Ji- o)

Esta unidad forma una secuencia gruesa de derrames y piroclásticos andesíticos, intercalados con areniscas, limonitas y estratos gruesos de tobas brechoides. Sus niveles inferiores están constituidos por lavas de estructura fluidal, predominantemente integrada por andesitas, dioritas y metandesitas microporfiríticas,

en estratos medianos que, por alteración hidrotermal, limonitización y propilitización, han adquirido matices gris verdosos o gris violáceo.

Formación tinajones (Ki- to/gd)

Reside en una secuencia tobas, grauvacas, lutitas areniscas cuarzosas y conglomerados. La serie está bien estratificada en capas delgadas a medianas.

Litología: (Lutita blanda, marrón a verdosa, en estratos delgados, Grauvaca marrón, dominando material de origen volcánico; Arenisca cuarzosa, blanca o marrón rojiza, dura y compacta; Conglomerado de guijarros volcánicos)

El grupo Granodioritas se encuentra constituida por estratos macizos de 20 a 80 cm. de grosor de areniscas cuarzosas bien clasificadas de grano medio a grueso, algunas capas son conglomerados con guijarros pequeños de cuarzo. muestran una coloración gris clara a blanca ligeramente amarillenta que por meteorización toman colores amarillentos, rojizos debidos al material ferruginoso que contiene. Edad y correlación. - se ha hallado restos de plantas del cretáceo inferior.

- **Uso Actual del Suelo**

Para la descripción del uso actual del suelo se utilizó la Zonificación Ecológica y Económica a nivel meso (ZEE a escala 1/50 000) de la Región Cajamarca, la cual tiene opinión favorable del MINAM con Oficio N° 173-2012-MINAM/VMDERN/DGOT.

Ver **ANEXO 3, Mapa 2.**

Tabla 5

Uso actual del suelo del AID

Centro Poblado	Símbolo	Descripción
Algamarca	A	Uso agrícola

Fuente: Zonificación Ecológica y Económica 2024.

Uso Agrícola

Comprende los espacios del territorio que desde el punto de vista económico se vienen usando en las actividades agrícolas; según el tipo de cobertura vegetal, corresponde a la categoría de cultivos agrícolas, asociados a otras coberturas como a cultivos permanentes (sobre todo frutales), a pastos naturales, a vegetación arbustiva, entre otros; existe una unidad importante en el cual, debido a la actividad antrópica intensiva ha originado una intervención intensa sobre los espacios, buscando las mejores áreas hasta de entre las rocas, entre la vegetación arbustiva, que ofrezcan condiciones mínimas para ser usado en la agricultura instaurando en ellas una diversidad de cultivos, a la cual se le ha denominado Mosaico.

- **Análisis de datos y monitoreo**

Para el análisis de datos se utilizó los resultados del monitoreo de agua del río Saucicucho – Cañaris, para comparar con el D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 3-D1 y D2 riego de vegetales y bebida de animales y el LMP para descargar de efluentes mineros para poder identificar la concentración de los metales pesados de igual forma se realizó el cálculo para la determinación del índice de calidad de agua mediante la metodología ya establecida y finalmente se realizaron tablas y gráficas para su respectivo análisis e interpretación.

B. Descripción de la minera Algamarca

Las minas Algamarca, pertenecen al distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca; se desarrolla entre 3,300 y 3,600 msnm. El clima frecuentemente es templado, variando la temperatura entre 6° y 20° C. Es de topografía suave y uniforme en las partes altas; abrupta en las partes bajas, por la continua erosión fluvial de los pequeños ríos

que recorren la zona. Predominan las formas redondeadas. El drenaje de los ríos es normal; Algamarca está en el divorcio - Aquarium de las cuencas hidrográficas del Pacífico y del Atlántico. Las actividades que desempeña la minera es voladura, ventilación, carguío, acarreo y sostenimiento, los trabajos son en socavón. La importancia de la mina estriba en su alto contenido de cobre, plata y oro. La profundidad de los trabajos es de aproximadamente 450 m; la temperatura media interna es de 27°C. La zona está constituida por rocas sedimentarias: pizarras, calizas y cuarcitas asociadas a las rocas ígneas. La mayor parte de los estratos han sido considerados de edad cretácica. Los minerales de cobre son: tetraedrita, tenantita, chalcopirita. Ver ANEXO 3 Foto 8

C. Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo se realizó semanalmente por seis semanas, en los puntos de muestreo debidamente identificados.

Tabla 6

Descripción de frecuencia de monitoreo

Determinación	Recipiente	Volumen mínimo de muestra ml	Preservación	Almacenamiento o máximo recomendado	Frecuencia de monitoreo
pH	P,V	-	Análisis in situ	-	Semanal por seis semanas.
Temperatura	P	-		-	
Oxígeno disuelto	P,V	-	Análisis in situ	-	Semanal por seis semanas
Conductividad eléctrica (µS/cm)	P,V	-		-	
Caudal	-	-		-	
DBO ₅	P, V	1000	Refrigerar	24 h	Semanal por seis semanas.
Color verdadero	P,V	1000	Refrigerar, usar botellas oscuras	5d	
Aceites y grasas	V	1000	Añadir HCL hasta pH < 2, Refrigerar	28 d	
Metales pesados	P,V	1000	Agregar HNO ₃ hasta pH < 2	2 meses	
Coliformes totales	V	200	Conservar desde > 0 a < 6 °C	12 h	

P = Recipiente de plástico/ V = Recipiente de vidrio

a) Fase de laboratorio

Esta fase se tuvo en cuenta los parámetros que fueron analizados en el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca debidamente acreditado y cuya administración es estatal el cual brinda confiabilidad en los resultados a obtener. Los parámetros que se analizaron bajo esta modalidad son: color verdadero, DBO₅, metales totales, aceites y grasas, y coliformes termotolerantes. Cumpliendo con los requisitos de volumen, preservación y conservación de la muestra, según indica el protocolo del informe de ensayo del laboratorio.

Tabla 7

Método de ensayo de la medición de los parámetros

Determinación	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Campo		
pH	pH	Medidor multiparámetro HI98129-HANNA
Temperatura	°C	
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	
Conductividad eléctrica (μS/cm)	uS/cm	
Caudal	m ³ /S	Método del flotador
Laboratorio		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material by Extraction and Gravimetry
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure
Metales Totales por ICP-OES (Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Sn, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020.Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24 th Ed. 2023: Color. Spectrophotometric method

b) Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete consistió en el análisis y sistematización de los resultados obtenidos por los parámetros de estudio en las diferentes muestras del agua; mediante los cuales se determinó el índice de calidad de agua.

3.3.1. Análisis de datos y estimación del índice de calidad de agua (ICA)

El análisis de los datos se realizó a través del uso del programa Excel, que comprende un análisis matemático y el programa SPSS, versión 24; el cual se realizó análisis estadísticos, para la evaluación de la calidad del agua mediante la aplicación del modelo ICA-PE.

3.3.2. Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA de un factor, cuya formulas se muestran:

Tabla 8

Esquema del análisis de varianza del diseño completamente al azar (DCA)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculado	P - valor
Tratamiento	t - 1	$\frac{\sum y_i^2}{r} - TC$	$\frac{SCT}{t-1}$	$\frac{CMt}{CME}$	*
Error	t(r - 1)	SCT - SCT	$\frac{SCE}{t(r-1)}$		**
Total	rt - 1	$\sum y_{ij}^2 - TC$			

*Diferencia estadística significativa

**Diferencia estadística altamente significativa

Dónde:

t = N° de tratamientos

r = N° de repeticiones

SCT = suma de cuadrado de tratamientos

SCT = suma de cuadrados totales

SCE = suma de cuadrado del error

CMt = cuadrado medio del tratamiento

CME = cuadrado medio del error

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

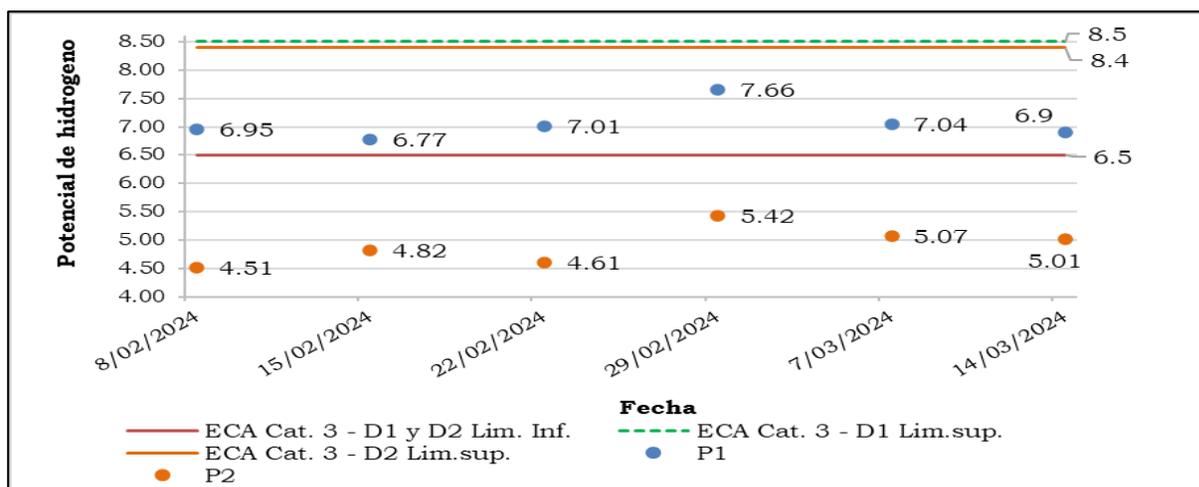
4.1. Parámetros fisicoquímicos

4.1.1. Potencial de hidrógeno (pH)

El muestreo realizado en el año 2024, se registraron concentraciones de pH desde un valor de 4.51 unidades en el punto de monitoreo P2, los valores de pH se encontraron por debajo de lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 y D2 Lim. Inf. del 2017 mientras que en el punto de monitoreo P1 se encuentran dentro del rango establecido en el ECA Cat. 3-D1 y D2 (6.5 – 8.5 y 6.5 – 8.4). Al comparar con los LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas en el P2 se encuentra fuera del rango establecidos (6-9)

Figura 3

Valores de potencial de hidrógeno



El punto de monitoreo P1 se encuentra aguas arriba antes del encuentro de aguas del vertimiento de la mina Algamarca, por lo que la calidad del agua representa una condición natural o ajena al vertimiento, en cambio en el punto de monitoreo P2 se muestra un pH ácido, Capacoila (2017) dice que las condiciones de pH ácido se deben a la oxidación de los minerales que contienen azufre, como la pirita, oxidación de sulfuros metálicos, cuando entran en contacto con el agua provoca la acidificación del misma. Este proceso se le conoce como: drenaje ácido de minas.

El problema más significativo de la minera Algamarca, es justamente la generación de drenaje ácido debido a la explotación y extracción de minerales (cobre, plata y oro). Que al entrar en contacto con las aguas del río Saucicucho- Cañaris alteran sus propiedades naturales tal como se muestra en los resultados del laboratorio en el punto de monitoreo P2.

Jiménez y Llico (2020), realizaron la evaluación de calidad de agua del río Muyoc después del vertimiento minero localizada al oeste de la provincia de San Marcos-Cajamarca, los cuales obtuvieron resultados de pH de 4.5 unidades, indicando un pH ácido tal como en esta investigación.

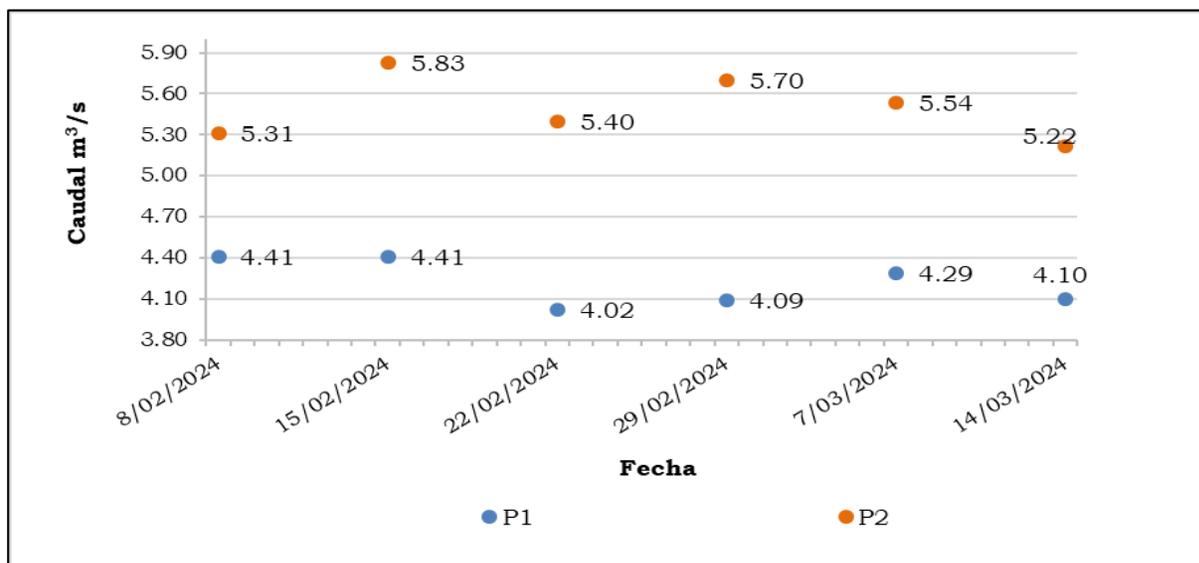
4.1.2. Caudal (Q)

En la **Figura 4**, se presentan los resultados de caudal en los cuerpos de agua superficiales, monitoreados en el entorno del área de operaciones de la minera Algamarca. Tal como se aprecia en dicho gráfico, el caudal ha sido relativamente variable entre dichas fechas, registrando el máximo valor en el punto de monitoreo (P2) con un caudal de $5.83 \text{ m}^3/\text{s}$, y el menor valor en el punto de monitoreo (P1) con un caudal de $4.02 \text{ m}^3/\text{s}$. El comportamiento esperado son distintas dada a las ubicaciones de los dos puntos de monitoreo, estando el P1 en

área de mayor elevación y por ende con una menor área de captación, explicaría el motivo de la variabilidad del caudal entre los dos puntos de monitoreo. Ver **ANEXO 2**

Figura 4

Variación de caudal del río Saucicucho – Cañarís

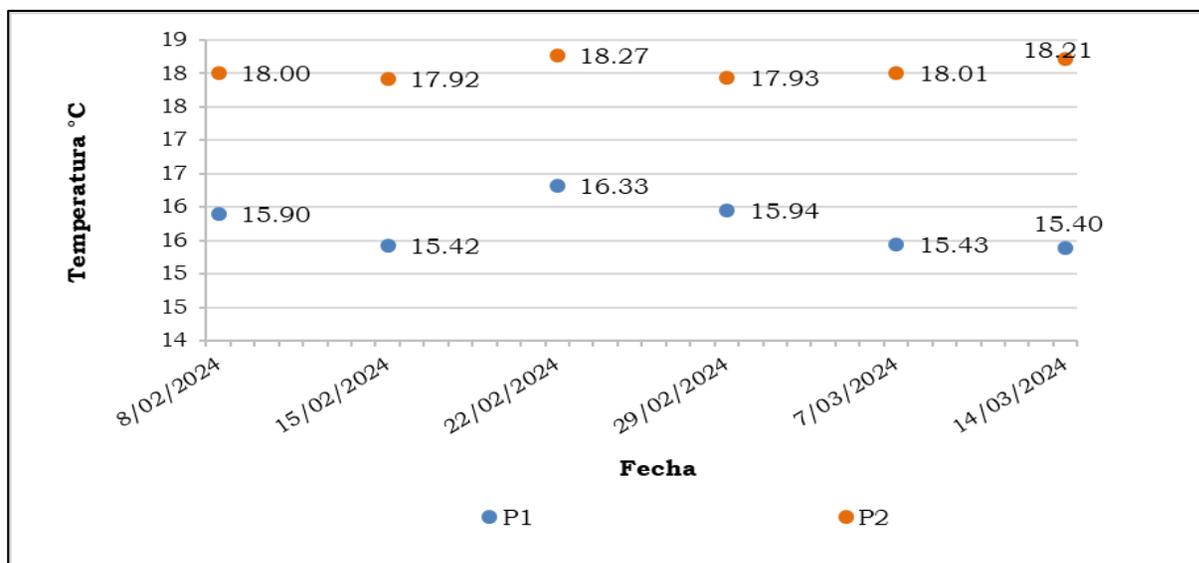


4.1.3. Temperatura

Las temperaturas registradas presentaron variación entre los dos puntos de monitoreo (P1 y P2) registrándose el valor más alto en el P2 con 18.27 °C y el valor más bajo en el punto P1 con 15.4 °C (**Figura 5**). Las ligeras variaciones observadas en los puntos de monitoreo estarían relacionadas a los horarios de toma de parámetros, ya que la temperatura aumenta a medida que se acerca al medio día, luego del cual decrece nuevamente, dependiendo de la incidencia de rayos solares. La temperatura es uno de los factores que limita la vida acuática y de hecho es una de las constantes que adquiere gran importancia en el desarrollo de los distintos fenómenos, ya que determina la tendencia de sus propiedades físicas y la riqueza y distribución de las familias de los organismos acuáticos (Custodio y Chanané, 2016)

Figura 5

Variación de temperatura del río Saucicucho – Cañarís



4.1.4. Oxígeno disuelto (OD)

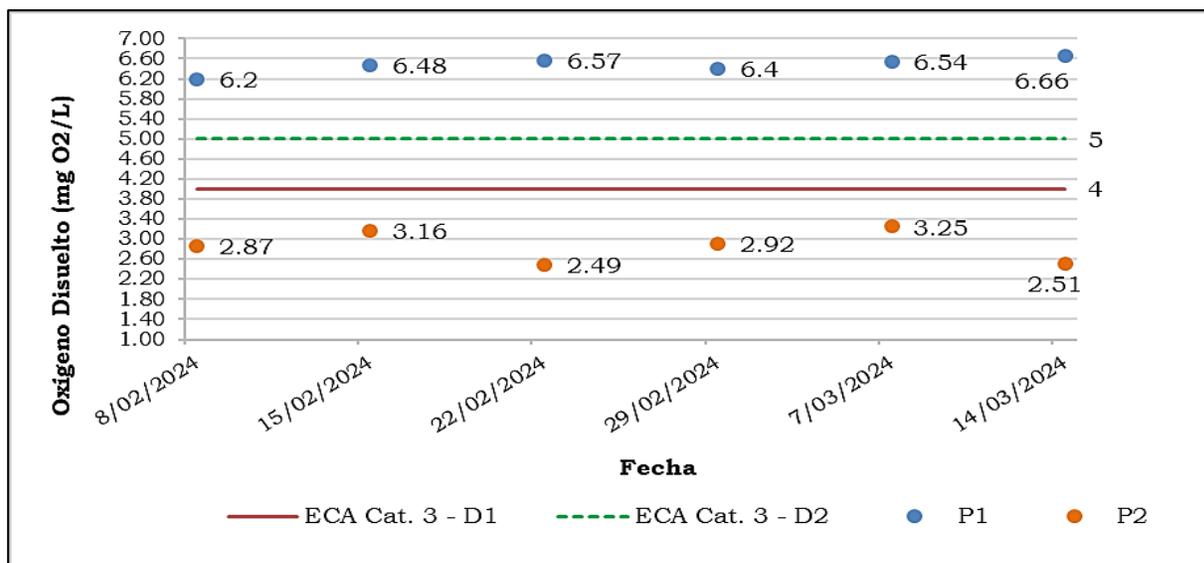
Se registraron concentraciones de oxígeno disuelto con un valor mínimo de 2.49 mg/L en el punto de monitoreo P2. Como se observa en la **Figura 6**, los valores no cumplen con lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (≥ 4 y ≥ 5 mg/L) mientras que en el punto de monitoreo P1 se encuentran dentro del ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017.

Según Martín (2013) la reacción catódica del oxígeno disuelto es la etapa que controla la velocidad de oxidación de los sulfuros minerales. El consumo del OD durante la oxidación conduce a la formación de iones hidroxilo OH^- , los cuales a su vez hidrolizan la superficie de pirita y actúan como puentes en la transferencia de electrones, produciendo la liberación de iones ferrosos de la superficie de la pirita y la oxidación del azufre a sulfato acidificando la solución (p.112)

Barrenechea (2013) menciona que la turbiedad es un factor importante en la producción de oxígeno en cuerpos de aguas superficiales, porque los altos valores de turbiedad limitan la penetración de los rayos del sol y con ello la fotosíntesis, por consiguiente, se considera que los efluentes mineros presentan cargas contaminantes como sedimentos, que alteran los niveles naturales de turbiedad del agua de las fuentes hídricas receptoras, como se aprecia en el punto de monitoreo P2 después del vertimiento minero de Algamarca evidenciando una agua turbia de color amarillenta esto debido a las altas concentraciones de hierro y arrastres de sedimentos (**ver ANEXO 3, foto 2**).

Figura 6

Valores de oxígeno disuelto



Mientras que Nelson (2022). manifiesta que el agua contiene menos oxígeno en los lugares altos de salinidad/conductividad eléctrica: cuando la salinidad/ conductividad eléctrica aumenta, el oxígeno disuelto disminuye. El contenido mineral: cuando las cantidades del mineral aumenta, el oxígeno disuelto disminuye. En su gran mayoría de los organismos acuáticos necesitan oxígeno para sobrevivir y crecer. Algunas especies necesitan niveles

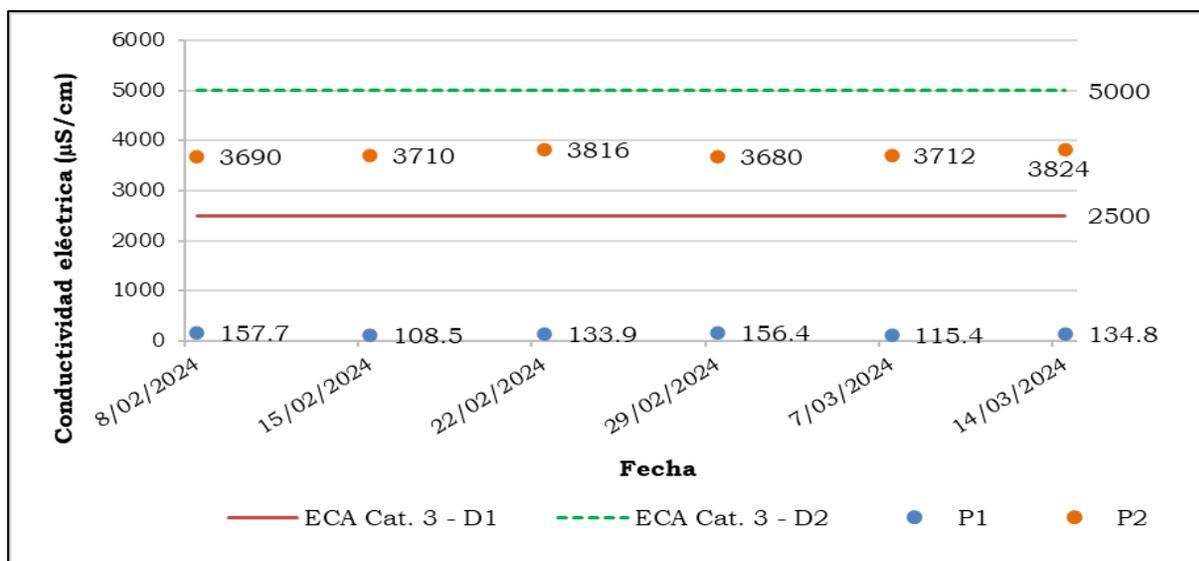
elevados de oxígeno disuelto (OD) como la trucha y la mosca de piedra. La insuficiencia de oxígeno disuelto en el agua puede provocar: muerte de adultos y jóvenes reducción en el crecimiento huevecillos y larvas malogrados cambios que se presentan en las especies en diversas masas de agua. De igual forma se presenta en esta investigación ya que se registraron valores de elevados de metales y conductividad eléctrica en el P2, y una temperatura 18.27 °C, por esta razón se ve afectado la disminución del oxígeno disuelto.

4.1.5. Conductividad eléctrica (CE)

en la **Figura 7**, se registraron concentraciones de CE desde un valor mínimo de 108.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el P1 hasta un valor máximo de 3680 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto P2. en el punto de monitoreo P1 no se presentaron excedencias establecido en el ECA Cat. 3-D1 del 2017 mientras que en el P2 se presentaron valores que exceden lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 del 2017 (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Dicho lo anterior, este valor puede atribuirse al exceso sales disueltas.

Figura 7

Valores de conductividad eléctrica

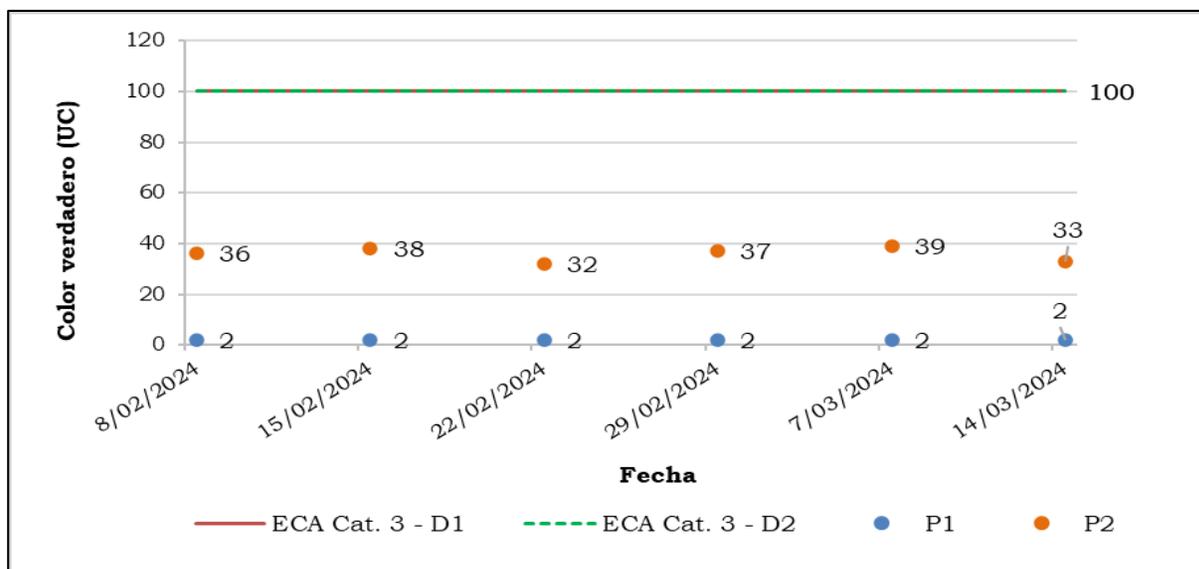


Méndez (2021) menciona que cuanto mayor sea la concentración de sustancias químicas cargadas disueltas (también conocidas como sales) en el agua, mayor será la corriente eléctrica que se puede conducir. Algunos ejemplos de iones cargados que se hallan de forma natural en el agua de los ríos son el calcio, el potasio, el cloruro, el sulfato y el nitrato.

Capacoila (2017) menciona que la conductividad del agua es una medida de su capacidad para transportar una corriente eléctrica. Depende de la concentración total de iones disueltos en el agua, así como de la temperatura a la que se realiza la medición, como se refleja en la investigación en el punto de monitoreo P2 la temperatura es mayor que la del P1 por ende la conductividad eléctrica del P2 es más elevado que del P1, estos valores altos también se deben a que se presenta valores elevado de cobre, hierro, aluminio y plata en el agua, mayor será la corriente eléctrica que se puede conducir, afectando la calidad del agua potable o de riego, también afecta en la biota acuática.

4.1.6. Color

En la siguiente figura se aprecia el color del agua, donde se registró coloración natural dado que no se presentó valores que excedan lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (100^a UC). Sin embargo, en el punto de monitoreo P2 se presenta un color de agua amarillenta/naranja esto debido al vertimiento minero que produce un pH del agua ácida, de modo que el hierro previamente disuelto precipita generando este color. Mientras que el punto de monitoreo P1 presenta un color natural esto debido a que el pH y el hierro se obtuvo valores bajos (**ver ANEXO 3, foto 2**).

Figura 8*Color verdadero*

4.1.7. Aceites y grasas

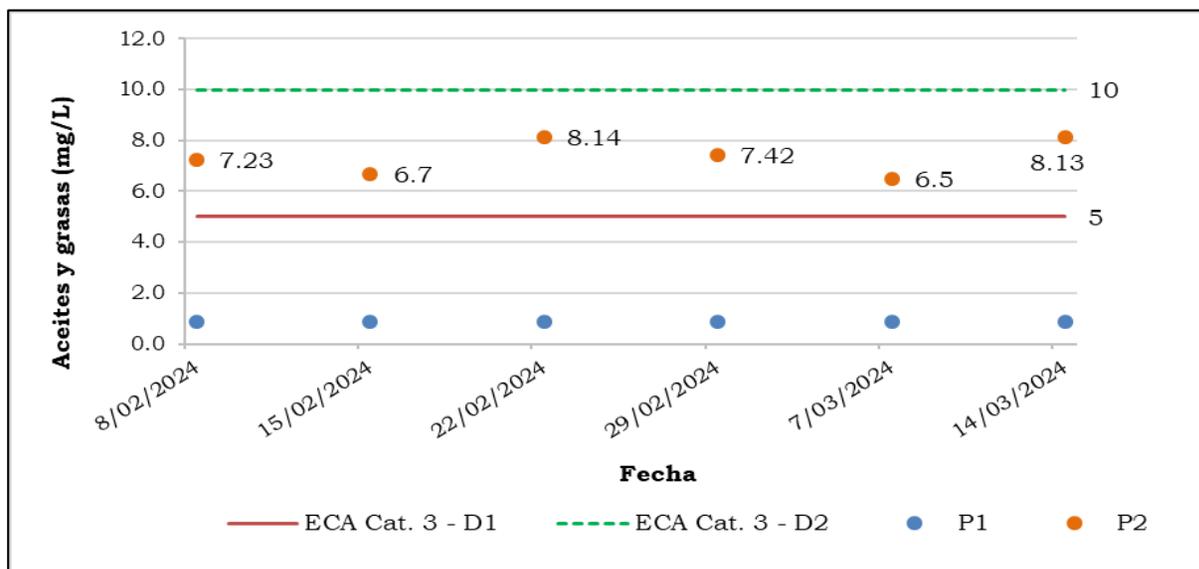
En la **Figura 9**, se observa los registros de las concentraciones de aceites y grasas desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (1.7 mg/L) monitoreados en el punto P1, mientras que en el punto de monitoreo P2 presentaron valores que exceden lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 del 2017 (5 mg/L). Al comparar con los LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas en el P2 se encuentra fuera del rango establecidos (20 mg/L)

Toapanta (2020). Dice que los aceites y grasas no permiten el libre paso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de impedir la penetración de la luz solar. Se aprecia en esta investigación que en el punto de monitoreo P2, se evidencia valores elevados de aceites y grasas trayendo como consecuencia

una menor cantidad de oxígeno disuelto y agua ácida, evidenciando la alteración del cuerpo de agua superficial (Ver ANEXO 3 Foto 2).

Figura 9

Valores de aceites y grasas



Gonzales (2021) define a las grasas y aceites como todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que, al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas.

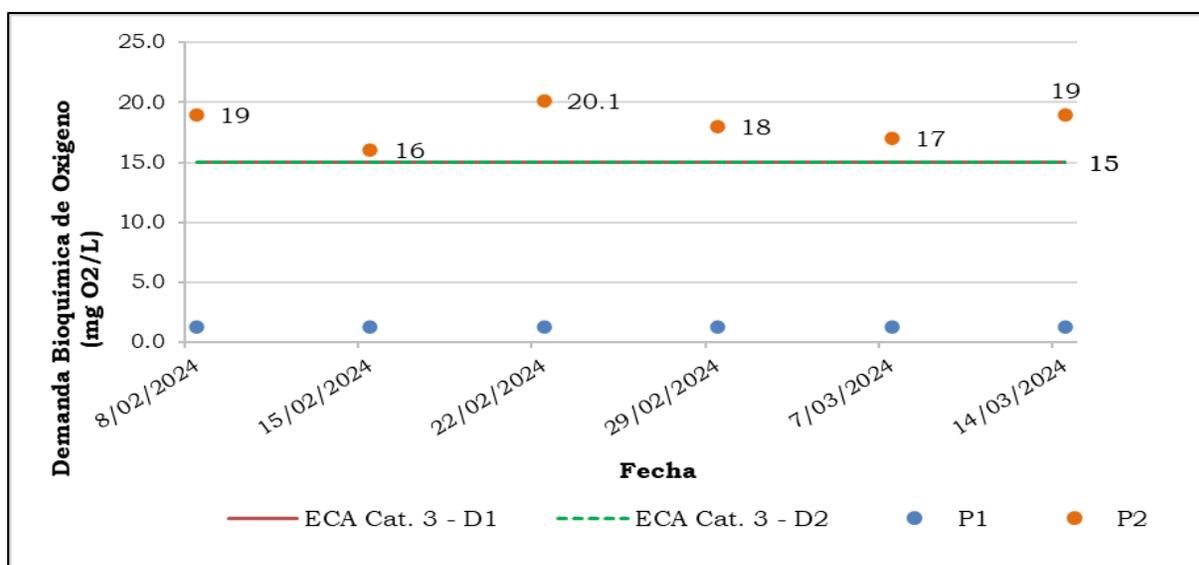
4.1.8. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

En el muestreo realizado en el año 2024, se registraron concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (2.6 mg/L) monitoreados en el punto P1, mientras que en el punto de monitoreo P2 presentaron valores que exceden lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (15 mg/L). Como se observa en la **Figura 10**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) es un parámetro que se utiliza para medir la contaminación por materia orgánica biodegradable de las aguas residuales. En el caso del vertimiento de la minera Algamarca, la DBO_5 superior a 15 mg/L puede indicar la alteración de las características fisicoquímicas del agua, lo que limita su uso para actividades como el consumo humano, fauna acuática y conservación de la flora. Ya que el uso actual del suelo cerca de la minera Algamarca son de actividades agrícolas (ZEE, 2024)

Figura 10

Valores de demanda bioquímica de oxígeno



Rodier (2012) dice que existen numerosos factores que afectan la DBO_5 , entre ellos la relación de la materia orgánica soluble a la materia orgánica suspendida, los sólidos sedimentables, los flotables, el hierro en su forma oxidada o reducida, compuestos azufrados y las aguas no bien mezcladas. Que al comparar con esta investigación se presenta en el punto de monitoreo P2 aguas elevadas de hierro y oxígeno disuelto menores a 5 mg/l , lo cual se evidencia niveles elevados de la DBO_5

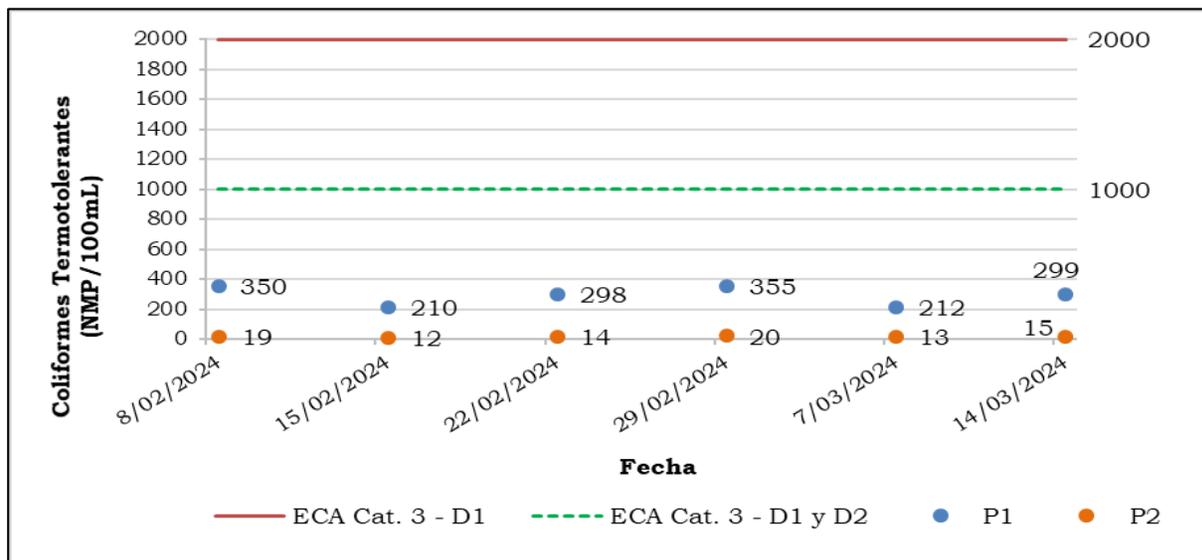
Fabregas. (2023) menciona que la DBO_5 se utiliza como indicador de la calidad del agua y del nivel de contaminación orgánica del agua. Unos niveles elevados de DBO_5 en el agua pueden indicar la presencia de contaminantes orgánicos, que pueden provocar el agotamiento del oxígeno y tener repercusiones negativas en los ecosistemas acuáticos.

4.1.9. Coliformes termotolerantes

En la **Figura 11**, se registraron concentraciones de coliformes termotolerantes, desde un valor mínimo de 12 NMP /100mL en el punto de monitoreo P1, hasta un máximo 355 NMP /100mL en el punto de monitoreo P2, los valores monitoreados no se encuentran fuera del ECA Cat. 3 del 2017. Se indica que hay presencia de vertimientos de desagües aguas arriba y abajo es mínima por actividades humanas como pastoreo en aguas arriba de la minera Algamarca.

Figura 11

Concentraciones de coliformes termotolerantes



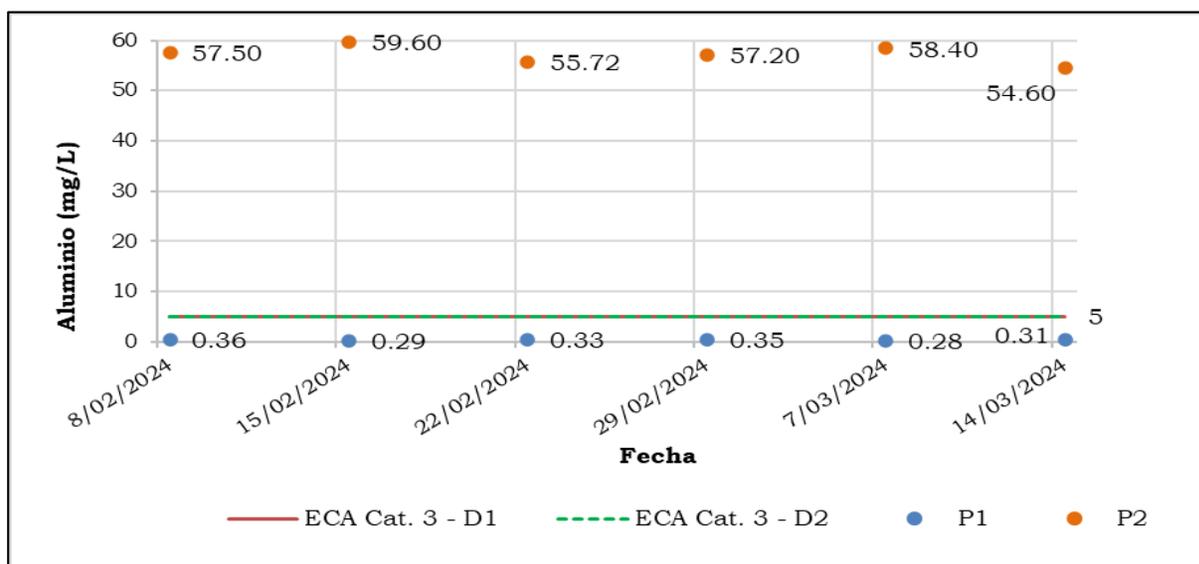
4.2. Metales totales

4.2.1. Aluminio (Al)

En el muestreo realizado en el año 2024, se registraron concentraciones de aluminio total desde un valor mínimo de 0,28 mg/L en el punto de monitoreo P1, hasta un máximo 59.60 mg/L en el punto P2. Como se observa en la **Figura 12**, los valores monitoreados en el punto P2 se encuentran fuera del ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (5 mg/L) mientras que en el punto de monitoreo P1 no presentaron excedencias en el ECA Cat. 3 del 2017.

Figura 12

Valores de aluminio.



Dicho lo anterior, Casierra y Cárdenas (2020) menciona que mientras más bajo es el pH, el aluminio se vuelve más soluble (Al^{3+}), principalmente en pH menores de 5, en el cual afecta negativamente a la mayoría de las plantas, ya que en su forma iónica se le considera tóxico. Así, se ha determinado que cuando este elemento alcanza aguas superficiales y subterráneas se aprecia una disminución de peces y anfibios, debido, entre otros efectos, a que

los iones de aluminio pueden reanimarse con los fosfatos, impidiendo su disponibilidad para los organismos acuáticos.

Jeon (2018) menciona que el aluminio se encuentra en forma de aluminosilicatos en el relave generados en procesos industriales durante la extracción de minerales como el oro, cobre, plata, zinc, molibdeno, plomo, estaño, etc. Esta podría ser la razón que se presenta valores elevados de aluminio en el P2 ya que la mina Algamarca extrae cobre, plata y oro

4.2.2. Arsénico (As)

En la **Figura 13** se observa las concentraciones de arsénico total, desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (< 0.005 mg/L) monitoreados en el punto P1, mientras que en el punto de monitoreo P2 presentaron valores que exceden lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (0.1 y 0.2 mg/L). Al comparar con los LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas en el P2 se encuentra fuera del rango establecidos (0.1 mg/L)

Los datos elevados de arsénico podrían ser a que la minera Algamarca, explota cobre, plata y oro, el arsénico se obtiene como subproducto (ZEE, 2024)

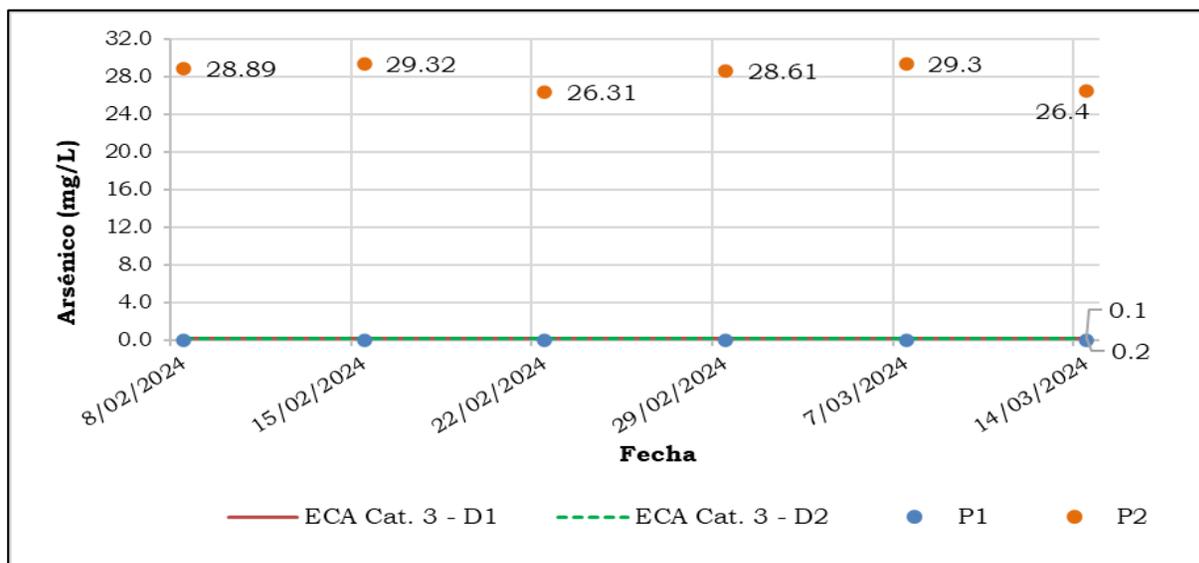
Sempértegui (2019) demostró en su monitoreo de agua superficial después del vertimiento minero del río Saucicucho también se presentaron niveles altos de arsénico 17.78 mg/L

La exposición al arsénico en el ambiente acuático provoca bioacumulación en los organismos acuáticos y puede provocar trastornos fisiológicos y bioquímicos, como intoxicación, lesiones hepáticas, disminución de la fertilidad, daño celular y tisular y muerte celular; la exposición prolongada al arsénico en la salud, principalmente a través del agua de

bebida y los alimentos puede causar intoxicación crónica. Los efectos más característicos son la aparición de lesiones cutáneas y cáncer de piel (Bears et al., 2006).

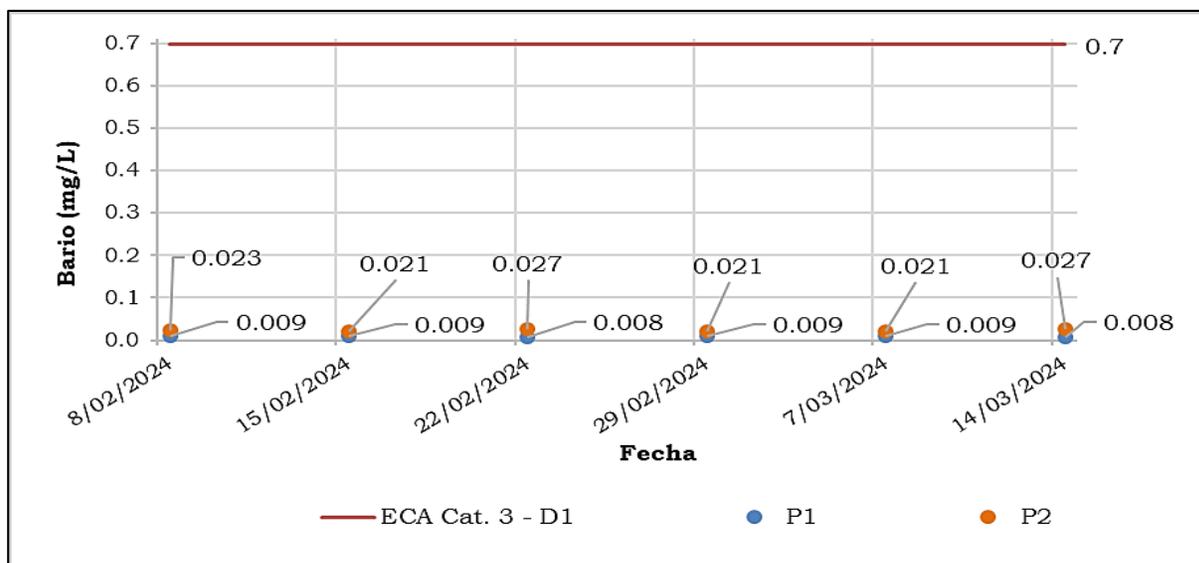
Figura 13

Valores de arsénico



4.2.3. Bario (Ba)

Tal como como se aprecia en la **Figura 14** las concentraciones de bario se han encontrado por debajo del ECA Cat. 3-D1 del 2017 (0.7 mg/L). registrando un valor mínimo de 0,0027 mg/L en el punto de monitoreo P1, hasta un máximo 0.008 mg/L en el punto de monitoreo P2. Sin embargo, en el P2 supera por 14 veces los valores del P2 esto debido a que el bario es un metal alcalinotérreo, blanco plateado, que en su forma natural se encuentra combinado con otros elementos formando minerales presentes en la vertiente de la minera, la intoxicación por compuestos solubles de bario incluye: Dolor abdominal, vómitos y diarrea, debilidad muscular (Gonzales, 2018).

Figura 14*Valores de bario***4.2.4. Cadmio (Cd)**

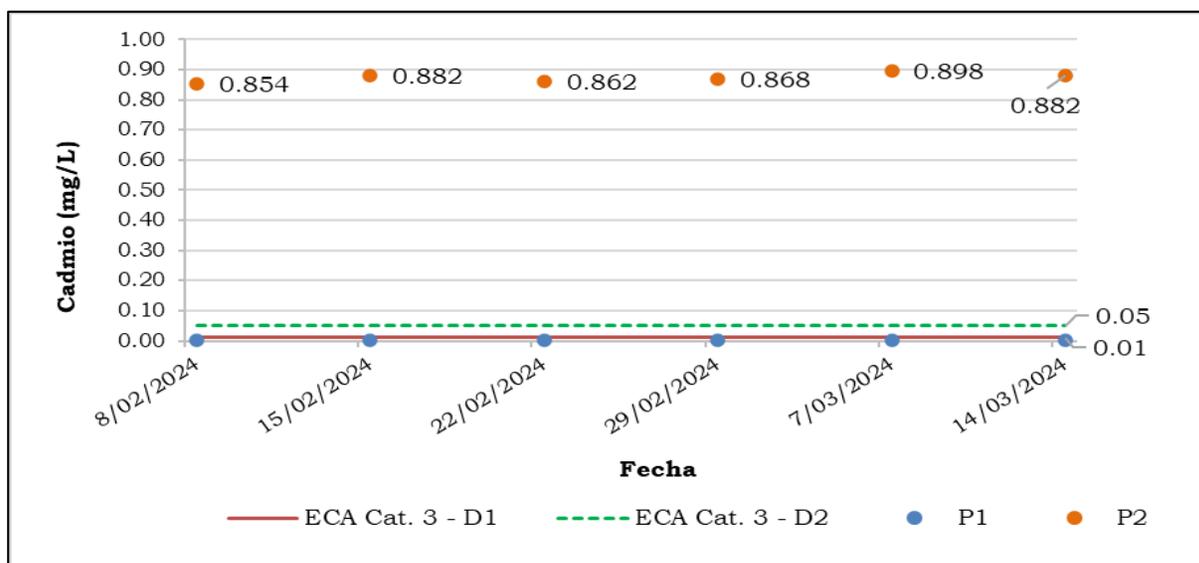
En la siguiente figura se observa el muestreo realizado en el año 2024, se registraron concentraciones de cadmio total, desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (< 0.002 mg/L) monitoreados en el punto P1, mientras que en el punto de monitoreo P2 presentaron valores que exceden lo establecido en el ECA Cat. 3 D1 y D2 del 2017 (0.01 y 0.05 mg/L). Al comparar con los LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas en el P2 se encuentra fuera del rango establecidos (0.05 mg/L)

Sempértégui (2019) demostró en su monitoreo de agua superficial después del vertimiento minero del río Saucicucho también se presentaron niveles altos de cadmio (1.605 mg/L). Estos valores pueden atribuirse que el cadmio existe en forma de ión hidratado o como complejo iónico asociado a otras sustancias inorgánicas u orgánicas. Las formas de cadmio solubles se transportan por el agua. Las formas insolubles son inmóviles y se depositarán en

el sedimento donde serán adsorbidas; Los organismos acuáticos pueden acumular cadmio, haciendo posible así que entre a la cadena alimentaria, Ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy elevados produce irritación grave del estómago, lo que produce vómitos y diarrea y en ciertas ocasiones la muerte. (ATSDR, 2023)

Figura 15

Valores de cadmio



4.2.5. Cobre (Cu)

En el muestreo realizado, se registraron concentraciones de cobre total desde un valor mínimo de 0,068 mg/L en el punto de monitoreo P1, hasta un máximo 288.44 mg/L en el punto de monitoreo P2. Como se observa en la **Figura 16**, los valores monitoreados en el punto P2 se encuentran fuera del ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (0.5 y 0.2 mg/L) mientras que en el punto de monitoreo P1 no presentaron valores que excedan lo establecido en el ECA Cat. 3 del 2017. Al comparar con los LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas en el P2 se encuentra fuera del rango establecidos (0.5 mg/L)

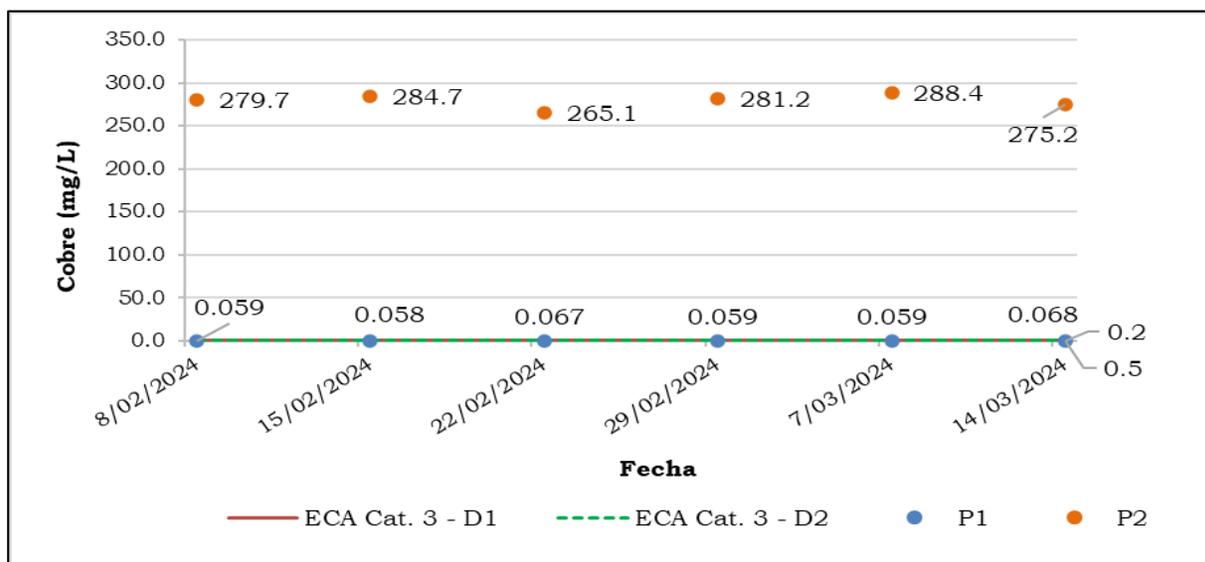
La presencia del elevado de cobre se podría deber a que la minera Algamarca extrae cobre que se basa en el derrumbe mediante explosivos de grandes porciones rocosas, generando fragmentos que entran en contacto con el agua y por gravedad estos vertimientos son transportados y entrando en contacto con el agua superficial del río Saucicucho- Cañaris. (ZEE, 2024)

El cobre en dosis oral superior a 100 mg causa síntomas de gastroenteritis y náuseas, el envenenamiento por cobre en el agua se puede evitar ya que el sabor que este le aporta la hace fácil de identificar; también es muy tóxico para organismos inferiores y para algunas especies vegetales (Astor, 2020).

Saucedo (2021) en su investigación del río Cañaris analizó la calidad del agua también obtuvo resultados de cobre altos (8.13 mg/L)

Figura 16

Valores de cobre



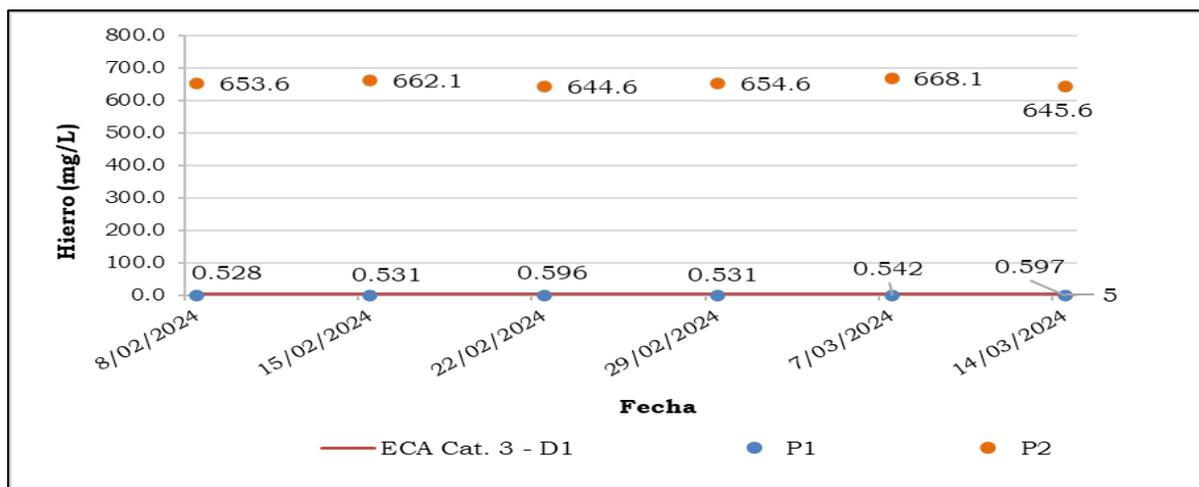
4.2.6. Hierro (Fe)

En el monitoreo realizado se registraron concentraciones de hierro total desde un valor mínimo de 0,597 mg/L en el punto de monitoreo P1, hasta un máximo 668.1 mg/L en el punto de monitoreo P2. Como se observa en la **Figura 17**, los valores monitoreados en el punto P2 se encuentran fuera del ECA Cat. 3-D1 del 2017 (5 mg/L) mientras que en el punto de monitoreo P1 no presentaron valores que excedan lo establecido en el ECA Cat. 3 D-1 del 2017. Al comparar con los LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas en el P2 se encuentra fuera del rango establecidos (2 mg/L), en dicho punto de monitoreo P2 se observó una elevada turbidez con arrastre de sedimentos. Debido a ello, es fácil inferir la proveniencia de la alta concentración de hierro, teniendo como causa principal el vertimiento de la minera Algamarca.

Guevara y Marín (2019) en su investigación análisis de la concentración de los metales pesados en el río Michiquillay también obtuvo valores que sobrepasan el ECA Cat. 3-D1 con un valor de 5.32 mg/L.

Figura 17

Valores de hierro

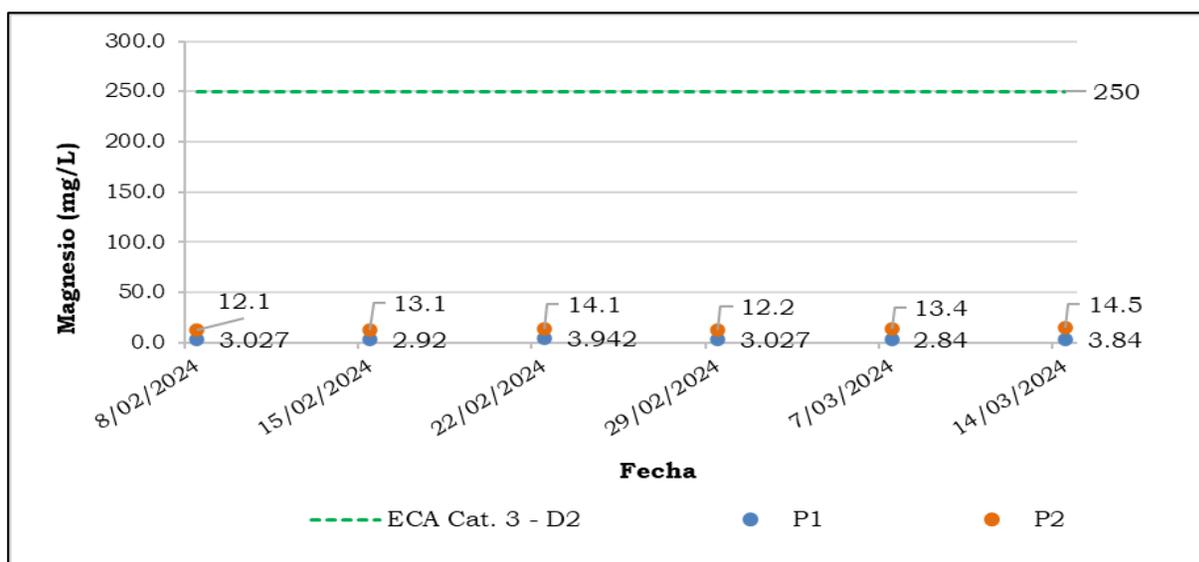


4.2.7. Magnesio (Mg)

En el muestreo realizado, se registraron concentraciones de magnesio total desde un valor mínimo de 2.92 mg/L en el punto P1, hasta un máximo 14.5 mg/L en P2. Como se observa en la **Figura 18**, los valores monitoreados no presentaron valores que excedan lo establecido en el ECA Cat. 3-D2 del 2017 (250 mg/L).

Figura 18

Valores de magnesio



4.2.8. Plomo (Pb)

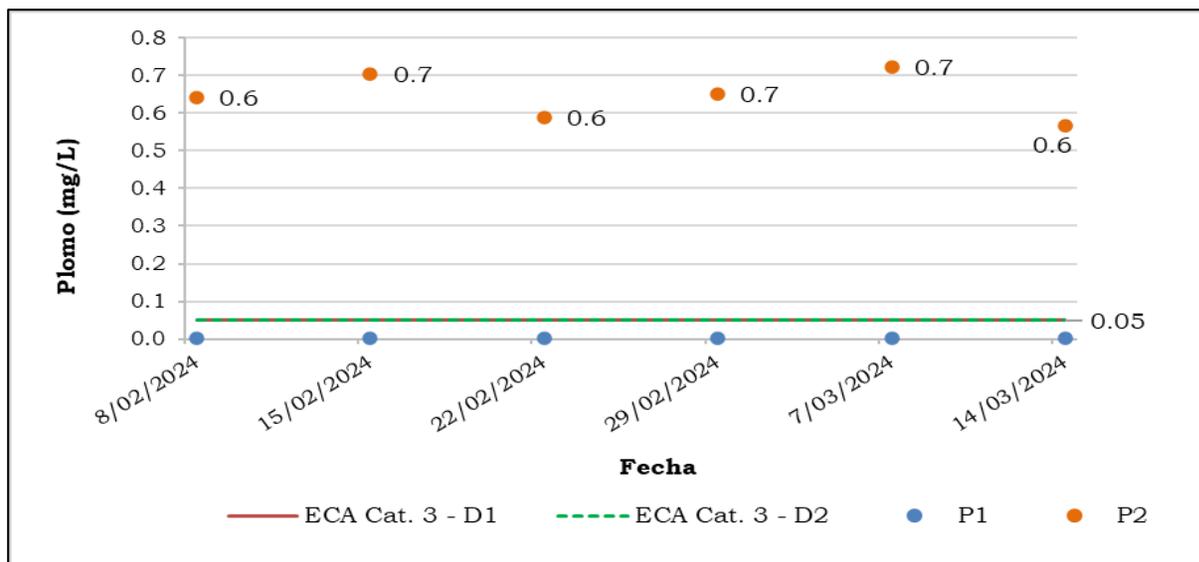
En el muestreo se registraron concentraciones de plomo total, desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (0.004 mg/L) monitoreados en el punto P1. Mientras que en el monitoreo P2 se presentaron valores que excedieron lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (0.05 mg/L). Al comparar con los LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas en el P2 se encuentra fuera del rango establecidos (0.2 mg/L) Como se observa en la **Figura 19**.

El plomo tiene a reaccionar cuando está disuelto en agua en las formas de $Pb(CO_3)$. La vida acuática puede absorber el plomo, causándoles anemia, hipertensión, disfunción renal y trastornos neurológicos. Estos mismos efectos ocurren en los humanos el plomo tiene la particularidad de acumularse en la sangre, y tiene un alto grado de toxicidad. Sus efectos neurotóxicos (que afectan el sistema nervioso central) hace que una intoxicación por más leve que sea pueda obtener un daño cerebral. (Obela, 2021).

Graza y Quispe (2015) en su estudio sobre la cuantificación de plomo en las aguas de un tramo del río Santa también presentaron niveles que sobre pasan el ECA Cat. 3-D1 y D2 (0.6402 mg/L).

Figura 19

Valores de plomo



4.2.9. Cobalto (Co)

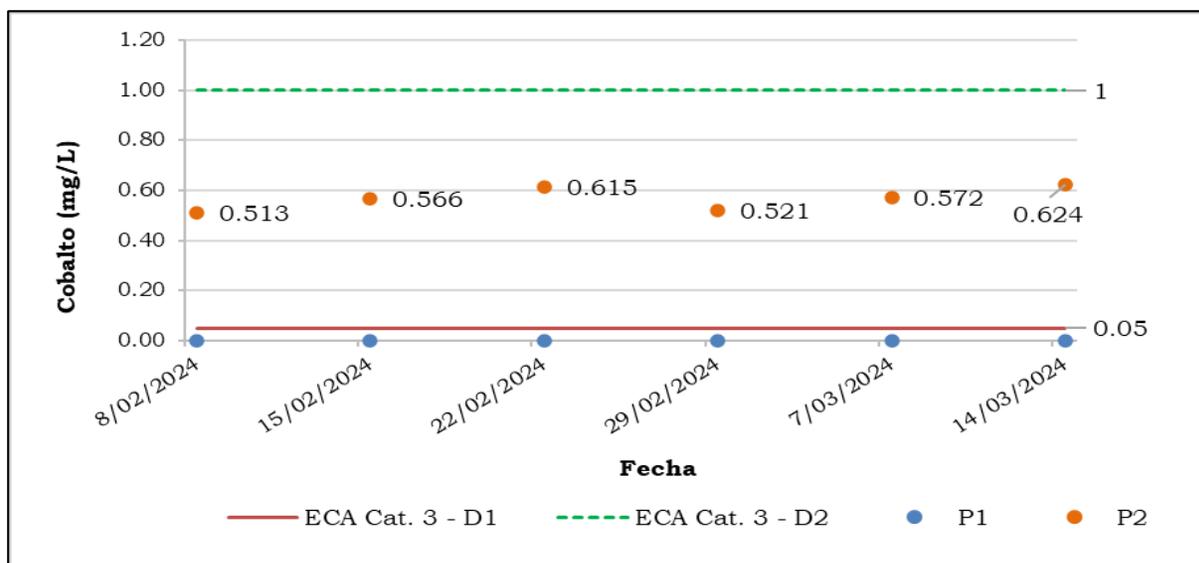
Como se observa en la **Figura 20** el muestreo realizado, se registraron concentraciones de cobalto total, desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías

empleadas (< 0.002 mg/L) monitoreados en el punto P1, mientras que en el punto de monitoreo P2 presentaron excedencia en el ECA Cat. 3-D1 del 2017 (0.05 mg/L).

Gonzales (2018) menciona que el cobalto es un elemento que ocurre naturalmente y que tiene propiedades similares al hierro y al níquel, los efectos sobre la salud que son el resultado de la toma de altas concentraciones de cobalto son: Vómitos, náuseas, problemas de visión y problemas de corazón

Figura 20

Valores de cobalto



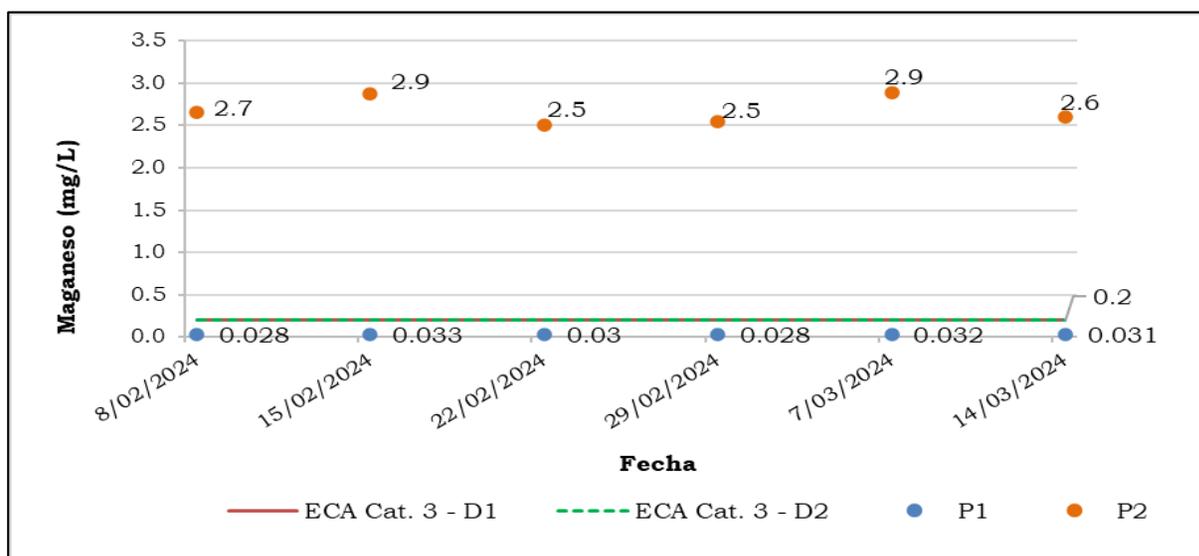
4.2.10. Manganeso (Mn)

Como se observa en la **Figura 21**, los valores monitoreados en el punto P2 se encuentran fuera del ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (0.2 mg/L) mientras que en el punto de monitoreo P1 no presentaron valores que excedan lo establecido en el ECA Cat. 3 del 2017. Así mismo, la máxima concentración de manganeso se registró en el P2, con un valor de 2.9 mg/L y un valor mínimo de 0,033 mg/L en el punto de monitoreo P1.

Vargas (2012) menciona la mayor parte del manganeso tiende a adherirse a partículas en el agua o a depositarse en el sedimento. El agente que contiene manganeso que se agrega a la gasolina puede degradarse rápidamente en el ambiente cuando se expone a la luz natural, liberando así manganeso. En la presente investigación se podría decir que los datos elevados son productos de las activas de la minera Algamarca.

Figura 21

Valores de manganeso



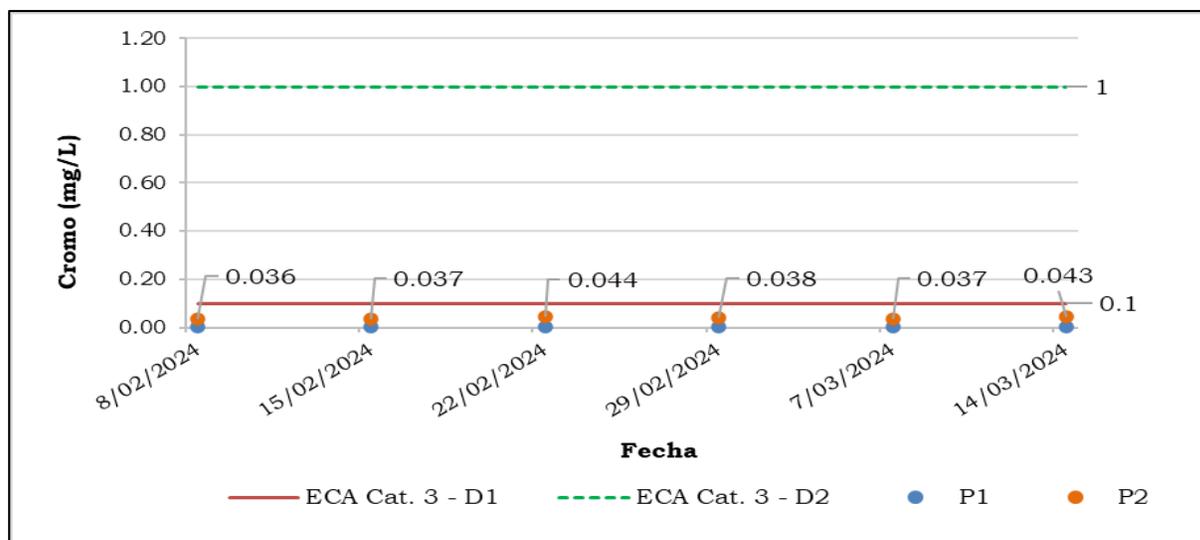
El manganeso no puede ser degradado en el ambiente, solo cambia de forma o adherirse o separarse de partículas, en el agua, tiende a adherirse a partículas o a depositarse en el sedimento. El efecto en la salud a niveles elevados de manganeso involucra al sistema nervioso. Estos efectos incluyen alteraciones del comportamiento y en movimientos lentos y sin coordinación (Astor, 2020).

4.2.11. Cromo (Cr)

En la siguiente figura nos presenta el muestreo realizado en el año 2024, se registraron concentraciones de cromo total, desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (< 0.003 mg/L) monitoreados en el punto P1, mientras que en el punto de monitoreo P2 no se presentaron valores que excedan lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (0.1 y 1 mg/L).

Figura 22

Valores de cromo

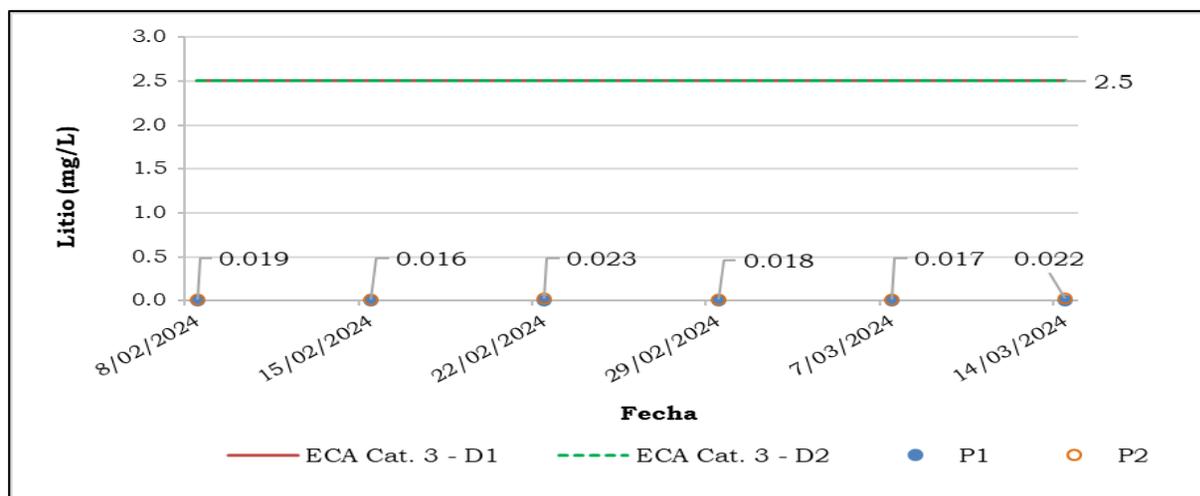


4.2.12. Litio (Li)

en la **Figura 23** se muestra las concentraciones de litio total, desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (< 0.005 mg/L) no se presentaron valores que excedan lo establecido en el ECA Cat. 3 D1 y D2 del 2017 (2.5 mg/L).

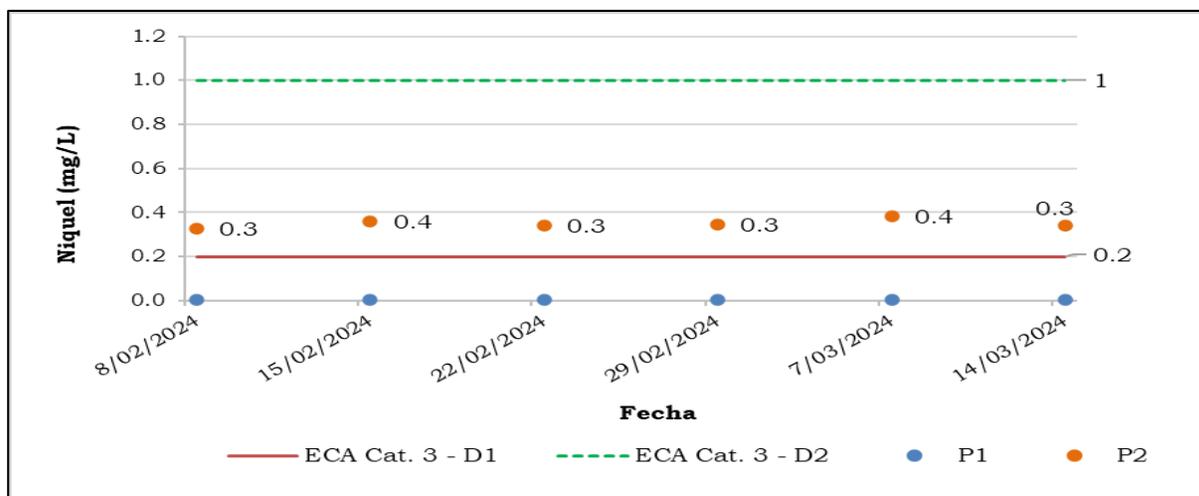
Figura 23

Valores de litio



4.2.13. Níquel (Ni)

En el muestreo realizado en el año 2024, se registraron concentraciones de níquel total, desde valores por debajo del límite de detección de las metodologías empleadas (< 0.006 mg/L) monitoreados en el punto P1. Mientras que en el monitoreo P2 se presentaron valores que excedieron lo establecido en el ECA Cat. 3-D1 del 2017 (0.2 mg/L). ver **Figura 24**

Figura 24*Valores de níquel***4.2.14. Zinc (Zn)**

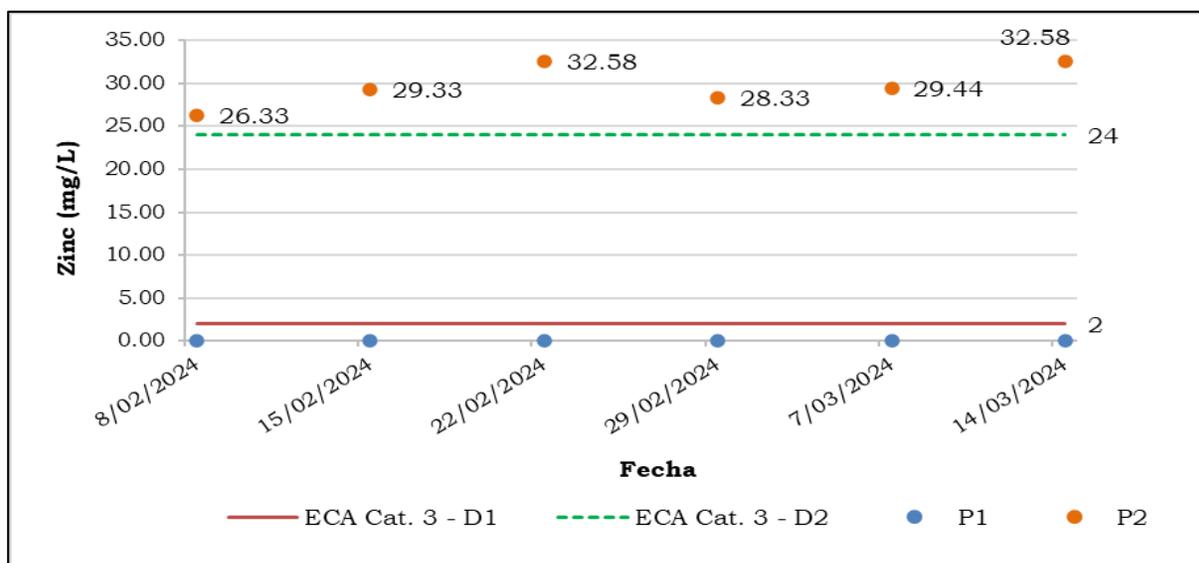
En el muestreo se registraron concentraciones de zinc total, desde valores por debajo del límite de detección de la metodología empleada (0.018 mg/L) en el punto P1. Mientras que en el P2 se presentaron excedencias en el ECA Cat. 3-D1 y D2 del 2017 (2 y 24 mg/L). Al comparar con los LMP para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas en el P2 se encuentra fuera del rango establecidos (1.5 mg/L) Como se observa en la **Figura 25**. Luna (2019) desarrolló la investigación titulada: Determinación del índice de calidad de agua del río Asana de la cuenca Asana. Los valores obtenidos de zinc que al comparar con los Estándares de Calidad Ambiental de la Categoría 3, subcategoría D-1, agua para riego de vegetales; se concluye que el parámetro zinc se encuentra elevado.

El zinc reacciona con iones H^+ esta reacción libera hidrógeno, lo cual reacciona fuertemente con el oxígeno. el zinc añade al agua un sabor desagradable. El zinc no se le atribuye nivel de clasificación de riesgo para el agua, puesto que no supone un gran peligro.

No obstante, esto sólo se describe al zinc elemental, ya que algunos derivados del zinc, como arsenato de zinc y cianuro de zinc, pueden ser extremadamente peligrosos. los efectos en la salud por la presencia de niveles elevados de zinc en el agua incluyen náuseas, vómitos, diarreas, cólicos y fiebre. (Lenntech, 2024)

Figura 25

Valores de zinc



Las concentraciones de berilio, boro, selenio, mercurio se presentaron valores por debajo de los límites de detección de las metodologías aplicadas y/o muy por debajo de los ECA de agua correspondientes al ECA Cat. 3 D1 y D2 del 2017.

4.3. Índice de calidad de agua

En la **Tabla 9** se aprecia la calificación del índice de calidad de agua para los distintos puntos de monitoreo, presentándose en el P1 ubicado a 200 m aguas arriba en la descarga de la unidad minera artesanal Algamarca con calidad de agua excelente, esto quiere decir que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados; este resultado es similar a lo reportado por Sempértegui (2019), que determinó la calidad en el río Saucicucho y antes y después del efluente minero informal. Mientras que en el monitoreo del P2 ubicado en la descarga de la unidad minera artesanal Algamarca presentado una calidad de agua regular, esto quiere decir que la calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento, este resultado es similar a lo reportado por Saucedo (2021), quien realizó una investigación que se basa en estimar el nivel de riesgo ambiental de aguas ácidas generado por residuos mineros (desmante y relaves), expuestos en el río Cañarís, producto de la explotación artesanal en la zona de Algamarca, Cajabamba. En la **Figura 26**, se observa el índice de calidad del agua

Figura 26

Medición del índice de calidad de agua

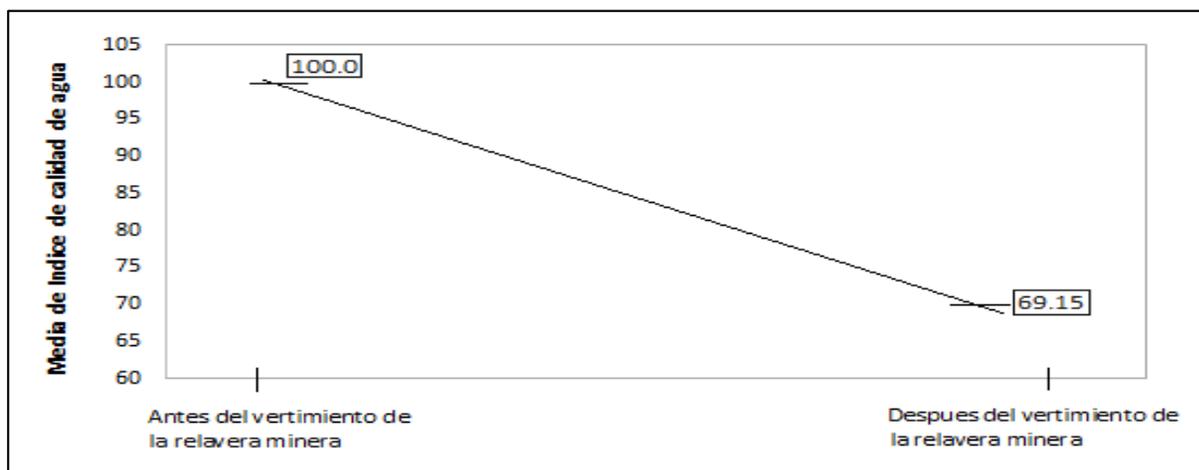


Tabla 9

Calificación del índice de calidad de agua.

Metodología para calcular el índice de calidad de agua																
Punto de monitoreo		ECA Cat. 3		P1						P2						
Parámetro a evaluar	Unidad	D1	D2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Parámetros Físicoquímicos	Conductividad a 25°C	µS/cm	2500	5000	157.7	108.5	133.9	156.4	115.4	134.8	3690	3710	3816	3680	3712	3824
	Color Verdadero	UC	100 a	100 a	2	2	2	2	2	2	36	38	32	37	39	33
	Aceites y Grasas	mg/L	5	10	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	7.23	6.7	8.14	7.42	6.5	8.13
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	15	15	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	19	16	20.1	18	17	19
	Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	≥ 4	≥ 5	6.2	6.48	6.57	6.4	6.54	6.66	2.87	3.16	2.49	2.92	3.25	2.51
	potencial de hidrogeno	pH	6.5 a 8.5	6.5 a 8.4	6.95	6.77	7.01	7.66	7.04	6.9	4.51	4.82	4.61	5.42	5.07	5.01
	Temperatura	°C	Δ3	Δ3	15.90	15.42	16.33	15.94	15.43	15.40	18.00	17.92	18.27	17.9	18.01	18.21
Metales pesados	Aluminio (Al)	mg/L	5	5	0.36	0.29	0.325	0.35	0.28	0.31	57.5	59.6	55.72	57.2	58.4	54.6
	Arsénico (As)	mg/L	0.1	0.2	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	28.89	29.32	26.31	28.61	29.3	26.4
	Boro (B)	mg/L	1	5	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
	Bario (Ba)	mg/L	0.7	**	0.009	0.009	0.008	0.009	0.009	0.008	0.023	0.021	0.027	0.021	0.021	0.027
	Berilio (Be)	mg/L	0.1	0.1	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
	Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.854	0.882	0.862	0.868	0.898	0.882
	Cobalto (Co)	mg/L	0.05	1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.513	0.566	0.615	0.521	0.572	0.624
	Cromo (Cr)	mg/L	0.1	1	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.036	0.037	0.044	0.038	0.037	0.043
	Cobre (Cu)	mg/L	0.2	0.5	0.059	0.058	0.067	0.059	0.059	0.068	279.7	284.7	265.1	281.2	288.4	275.2
	Hierro (Fe)	mg/L	5	**	0.528	0.531	0.596	0.531	0.542	0.597	653.6	662.1	644.6	654.6	668.1	645.6
	Litio (Li)	mg/L	2.5	2.5	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.019	0.016	0.023	0.018	0.017	0.022
	Magnesio (Mg)	mg/L	**	250	3.027	2.92	3.942	3.027	2.84	3.84	12.09	13.05	14.06	12.22	13.44	14.48
	Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	0.2	0.028	0.033	0.03	0.028	0.032	0.031	2.652	2.879	2.503	2.541	2.886	2.603
	Níquel (Ni)	mg/L	0.2	1	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.329	0.361	0.341	0.348	0.382	0.342

Metodología para calcular el índice de calidad de agua																		
Punto de monitoreo		ECA Cat. 3		P1						P2								
Parámetro a evaluar	Unidad	D1	D2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
Metales pesados	Plomo (Pb)	mg/L	0.05	0.05	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.642	0.705	0.588	0.652	0.724	0.568		
	Selenio (Se)	mg/L	0.02	0.05	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM		
	Zinc (Zn)	mg/L	2	24	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	26.33	29.33	32.58	28.33	29.44	32.58		
	Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	0.01	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM		
Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100MI	2000	1000	350	210	298	355	212	299	19	12	14	20	13	15		
Datos	Número de parámetros que no cumplen el ECA						0						13					
	Número total de parámetros a evaluar						26						26					
	Número de datos que no cumplen el ECA						0						78					
	Número total de datos						156						156					
Cálculo de los Factores Del Ica- Ccme Excedentes de cada Parámetro En Cada	F1	0						0.5000										
	F2	0						0.5000										
	Sumatoria normalizada de excedentes	0						12.40										
Monitoreo	F3	0.00						92.54										
	ICA	100.00						69.15										
	Valor de tabla							Excelente						Regular				

4.3.1. Análisis de varianza (ANOVA)

En esta investigación se evaluó el índice de calidad ambiental del río Saucicucho-Cañaris, observando la diferencia de calidad de agua antes y después del vertimiento minera Algamarca, se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor, donde el nivel de significancia es de 0,0326 (Sig. Bilateral) lo cual es menor a 0,05 podemos afirmar que existen evidencias estadísticas significativas, por lo tanto se concluye que el ICA antes del vertimiento es diferente al ICA después del vertimiento de la mina Algamarca.

La evaluación del índice de calidad ambiental en el río Saucicucho evidenció que el vertimiento de aguas ácidas de la minera Algamarca genera un impacto negativo en el recurso hídrico. Mientras que el punto aguas arriba (P1) presentó una calidad excelente, el punto aguas abajo (P2) mostró una calidad regular con excedencias en parámetros fisicoquímicos y metales pesados, lo que indica contaminación significativa. Estas alteraciones comprometen las condiciones naturales del río, limitan su uso, afectan la biodiversidad acuática y representan un riesgo potencial para la salud de las comunidades locales, por lo que se requieren medidas de control.

Tabla 10

ANOVA, ICA-PE

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F calculada	Nivel de significancia
Tratamientos	2854.309	1	2854.309	945315.4	0.03226
Error	0.030194	10	0.003019		
Total	2854.339	11			

CV: 18.23 %

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El índice de calidad de agua del río Saucicucho - Cañaris antes del vertimiento de aguas ácidas de la minera Algamarca. (P1) una calidad de agua excelente, esto quiere decir que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados. Mientras que en el P2 después del vertimiento presentó una calidad de agua regular, esto quiere decir que la calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables.

En el punto de monitoreo P1 de los 26 parámetros analizados no se encontraron excedencias. Mientras que para el punto de monitoreo P2 se encontraron excedencias elevadas para la Cat 3-D1 y D2. Los parámetros que excedieron fueron; conductividad, DBO₅, OD, pH, Al, As, Cd, Fe, Mn, Pb, Zn, los cuales al diluirse producen alteraciones en la calidad del agua, afectando sus condiciones naturales, limitando el uso del recurso, dificultando la subsistencia de especies acuáticas y aumentando el riesgo de contaminación y la salud para las personas de las comunidades

5.2. Recomendaciones

- Incluir dos puntos de monitoreo cada 200 m aguas abajo después del vertimiento de la mina para poder ver la capacidad de depuración que tiene el río y monitorear, así como la muestreo en todo el ancho del río.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

- Alarcón, J.F. (2019). *Aplicación de métodos de Índices de Calidad de Agua (ICA) en el río Rímac*. [Tesis pregrado, Universidad Mayor de San Marco, Lima]http://cybertesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/12169/Alarcon_cj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ANA (Autoridad Nacional del Agua, Perú). (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE*, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales. Primera Edición, PLUS COLOR SAC, Perú.
- ATSDR. (2023). *Resumen de Salud Pública: Cadmio (Cadmium) | PHS | Cdc.gov*.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs5.html
- Barrenechea Martel A. 2013. *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*. Disponible en:
<http://cdam.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/109/2/CDAM0000012-2.pdf> pp 5-47.
- Barba, A., et al. (2017). *Evaluación de las concentraciones de metales pesados en los ríos Auqui y Paria en la región Ancash*. Perú. Revista de investigaciones. Universidad le cordon bleu. Perú.

- Beyers DW, Rice JA, Clements WH, Henry CJ. Estimación del costo fisiológico de la exposición a sustancias químicas: integración de la energía y el estrés para cuantificar los efectos tóxicos en los peces. *Can J Fish Aquat Sci.* 1999;56:814–22.
- Caho, C. y López, E. (2017). *Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. Producción + Limpia.* Vol. 12, N°2 35-49p.
- Capacoila Coila, J. (2017). *Evaluación De La Concentración De Metales Pesados En Las Aguas Superficiales Del Rio Coata Puno – Perú.* Puno, Perú.
- Carhuamaca Celedonio, J. M. (2018). *Influencia de los relaves en pasata de la empresa Aurex S.A en la reducción de impactos negativos al aire, agua y suelo en la comunidad de Yurajhuanca.* Cerro de Pasco.
- Casierra P., F. y J.F. Cárdenas H. (2020). *Influencia del aluminio sobre el crecimiento de la raíz en coliflor (Brassica oleracea L., var. Botrytis, Hib. ‘Nevada F1’).* Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica 10(1), 149-157.
- Coello, J. Ormaza, R. Déley, A. Recalde C. Ríos A. (2013). *Aplicación del ICANSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoche, Pichahuiña y Pomacocho- Parque Nacional Sangay.* Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMS. vol.15(2) pp-71.
- De Pierola, C. J. (2017). *El agua y su uso en minería y agricultura en el Perú, una primera aproximación.* Asociación Peruana de Ingeniería Hidráulica y Ambiental APHIA.

Delgado, J., Rodríguez, M., & Díaz, M. (2018). *Niveles de contaminación por metales pesados en el acuífero aluvial del Agrío en el entorno minero de Aznalcóllar (Sevilla) durante el periodo 2012-2018*. Sociedad Geologica España, 47-57.

Díaz, E.D. 2014. *Factores que influyen en la calidad del agua del manantial de Molinopampa, que se usa para consumo doméstico en la ciudad de Celendín*. Tesis Msc. Cajamarca, Perú, UNC. 87p.

Díaz, W. (2016). *Contaminación del ecosistema en San Mateo de Huanchor por los pasivos ambientales minero metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores* (Tesis de maestría). UNMSM, Lima. Perú.

Domingo, J; Beamonte, E; Casino, A; Veres, E. (2004). *Un indicador global para la calidad del agua. Aplicación a las aguas superficiales de la Comunidad Valenciana*. Estadística Española 46(156): 357 – 384. https://www.researchgate.net/publication/28071914_Un_indicador_global_para_la_calidad_del_agua_Aplicacion_a_las_aguas_superficiales_de_la_Comunidad_Valenciana

Fabregas. J (2023). *Reducir la demanda biológica de oxígeno (DBO) en aguas residuales*. Sigmadaf. <https://sigmadafclarifiers.com/reduccion-de-la-demanda-biologica-de-oxigeno-dbo-en-las-aguas-residuales/#:~:text=La%20DBO%20se%20utiliza%20como,negativas%20en%20los%20ecosistemas%20acu%C3%A1ticos>

Florez Lozano, H. H. (2016). *Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas de río Grande y su relación con la actividad minera*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú].

Fundación Mapfre. 2005. *Manual de contaminación ambiental*. Itsemap ambiental. Parte I. Disponible en: <http://lacontaminacionambiental1erp2012.blogspot.com/2012/06/efectos-de-la-contaminacion-de-las.html>

Gonzales P, G. 2021. *Evaluación del contenido de grasas y aceites en descargas de agua residual porcícola con diferentes fuentes energéticas en la dieta alimenticia*. disponible en <https://www.porcicultura.com/destacado/Evaluaci%C3%B3n-del-contenido-degrasas-y-aceites-en-descargas-de-agua-residual-porc%C3%ADcola-condiferentes-fuentes-energ%C3%A9ticas-en-la-dieta-alimenticia>

Gonzales, C., Larios, J. y Morales, Y. (2018). *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú*. *Revista de la facultad de ingeniería de la USIL*, vol. 2(2). pp. 09 – 25.

Guevara Delgado, Y., & Marín Flores, M. M. (2021). *Evaluación de la concentración de metales pesados en el río Michiquillay*. [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28352>

Graza, F., & Quispe, R. (2015). *Determinación de Pb, Cd, As en aguas del río Santa en el pasivo minero ambiental de Recuay* (Tesis de pregrado). UNMSM, Ticapampa, Recuay. Ancash.

- OBELA (2021) *La contaminación del agua en la minería*. Observatorio Económico Latinoamericano. <https://www.obela.org/analisis/la-contaminacion-del-agua-en-la-mineria>
- Hernández-Baranda, Y., Rodríguez-Hernández, P., Peña-Icart, M., Meriño-Hernández, A., Pérez-Pérez, R., y Loreilys Ortega-García. (2021). *Caracterización química y agronómica del agua del río Tapaste, ubicado en el nacimiento de la Cuenca Almendares-Vento*, 42(3).
- Jiménez, J., y Llico, M. (2020). *Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc, aplicando el Índice De Calidad Ambiental para agua, Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23984/Jimenez%20Cotrin%2c%20Jhon%20Abner%20%20Llico%20Portal%2c%20Merly%20Evellin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Londoño, L. F., Londoño, P., & Muñoz, F. (2016). *Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*.
- Lenntech (2024) *zinc (Zn) en el agua*. <https://www.lenntech.es/cinc-y-agua.htm#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20reacciona%20el%20cinc%20con%20el%20agua%3F&text=Esta%20reacci%C3%B3n%20libera%20hidr%C3%B3geno%2C%20el,al%20agua%20un%20sabor%20desagradable>.
- Luna, K. (2019). *Determinación del índice de calidad de agua del río Asana de la cuenca Asana – Osmore - Ilo, del distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, región Moquegua*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11043>

- Marañón, A. G., Mulgado, I. P., y González, A. L. D. (2021). *Evaluación espacio- temporal de la calidad de las aguas en la Cuenca Hidrográfica*. Guaos-Gascón.33(1), 70–92.
- Martín R. P. (2021). *Modificación superficial de mineral de pirita y precipitados de Hierro: comportamiento en medios acuosos y de molienda*. Tesis Universidad Michoacana De San Nicolás de Hidalgo. Disponible: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/DGB_UMICH/1296/1/IIM-D-2013-1672.pdf p. 112
- Méndez Taco (2021) *Caracterización de relaves mineros*. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/55505/1/T-70718%20LALANGUI%20-%20M%C3%89NDEZ.pdf>
- Toapanta. V. M. (2020). *Calidad Del Agua: Grasas Y Aceites*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6161/8/GRASASYACEITES.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (2017). Perú 2016: *mining annual report*. Recuperado de [http://www.minem.gob.pe/Ministerio del Ambiente \(MINAM\). \(2017\). Decreto Supremo No. 004-2017-MINAM.Aprueban Estándares de Calidad Ambiental \(ECA\) para agua. P. 4-6](http://www.minem.gob.pe/Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). Decreto Supremo No. 004-2017-MINAM.Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua. P. 4-6).
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2020). *Catálogo de Medidas de Adaptación.Dirección General de Cambio Climático y Desertificación*. Red Global del PNAD (ed.). Lima, Perú. 214 p.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2018). *La preocupante y desigual situación del agua en el Perú*. <https://www.servindi.org/actualidad/84511>

Universidad Nacional de Tumbes]. <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/268>

Vargas L. 2012. *Análisis de los impactos generados por la minería de oro y platino a cielo abierto sobre los recursos hídricos a partir de la cuantificación del consumo de agua y la carga contaminante de los vertimientos*. Rev Bioetnia. 9 (2): 203-14.

CAPÍTULO VII.

ANEXOS

ANEXO 1. Presentación de la matriz de consistencia.

ANEXO 2. Cálculos.

ANEXO 3. Panel fotográfico.

ANEXO 4. Resultados de los análisis del laboratorio regional del agua.

ANEXO 1. Presentación de la matriz de consistencia.

La metodología del trabajo de investigación es de tipo no experimental.

Tabla 11

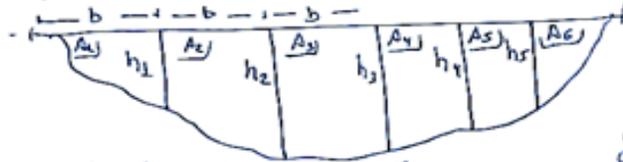
Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Indicadores	Variable	Unidad de análisis
¿Cuál es el valor del índice de calidad ambiental del río Saucicucho-Cañaris antes y después del vertimiento de aguas ácidas de la minera Algamarca?	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el índice de calidad ambiental del río Saucicucho - Cañaris antes y después del vertimiento de aguas ácidas de la minera Algamarca en época de estiaje.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la calidad físico - química y microbiológica del agua del río Saucicucho – Cañaris. Comprobar Comparar los valores de los parámetro físico y químico y microbiológico del agua del río Saucicucho – Cañaris con los ECA para la Cat 3. 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda bioquímica de oxígeno Aceites y grasas Color verdadero pH Metales pesados Conductividad Coliformes termotolerantes 	Índice de calidad del agua	Las muestras de agua de cada punto de monitoreo identificado s y localizados en el tramo del río Saucicucho -Cañaris

ANEXO 2. Cálculos

Cálculo del caudal método del flotador

Paso 1. medimos el río en sus secciones (ver figura)



Paso 2. datos de entrada del río

ancho = 22 m

largo = 20 m

alturas = $h_1 = 0,45$ m $h_2 = 0,44$ m $h_3 = 0,64$ m $h_4 = 0,56$ m $h_5 = 0,37$ m

Paso 3. Calculamos las áreas del ancho del río

$$A_1 = \frac{(2 \times 0,45)}{2} = 0,45 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{(0,45 + 0,44) \times 22}{2} = 0,89 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{(0,44 + 0,64) \times 22}{2} = 1,08 \text{ m}^2$$

$$A_4 = \frac{(0,64 + 0,56) \times 22}{2} = 1,2 \text{ m}^2$$

$$A_5 = \frac{(0,56 + 0,37) \times 22}{2} = 0,93 \text{ m}^2$$

$$A_6 = \frac{(2 \times 0,37)}{2} = 0,37 \text{ m}^2$$

$$\text{Promedio} = \frac{0,45 + 0,89 + 1,08 + 1,2 + 0,93 + 0,37}{6} = 4,55 \text{ m}^2$$

Paso 4 = Sacamos los tiempos tomados que se demora en recorrer el flotador en lo largo de 20 metros del río

$$T_1 = 11,81 \quad T_2 = 11,7 \quad T_3 = 11,8 \quad T_4 = 11,85 \quad T_5 = 11,84$$

$$\text{Promedio del tiempo} = 11,85$$

Paso 5 = Calculamos la velocidad = $V = \frac{\text{Longitud}}{\text{Tiempo}}$

$$V = \frac{20 \text{ m}}{11,85 \text{ s}} = 1,69 \text{ m/s}$$

Paso 6. Calculamos el caudal = $Q = A \times V$

$$Q = \frac{4,55 \text{ m}^2}{1,69} = 2,711 \text{ m}^3/\text{s}$$

Paso 7 Aplicamos el Factor de corrección para ríos profundos mayor a 25 cm = 0,7

$$Q = 2,711 \times 0,7 = 5,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_u = 5,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Factor de corrección (F_c)

Tipo de cauce	F _c
Canal revestido con Concreto, Profundidad mayor a >15cm	0,8
Canal de tierra Profundidad >15cm	0,7
Arroyo >15cm	0,5
Canal de tierra Menor a 15cm	0,25 - 0,5

fuente: Dirección General de Infraestructura y Riego (DGEAR)

ANEXO 3. Panel fotográfico

Foto 1. Monitoreo del río Saucicucho antes del vertimiento de la unidad minera Algamarca 200 metros aguas arriba (P1).



Foto 2. Monitoreo del río Saucicucho después del vertimiento de la unidad minera Algamarca (P2).



Foto 3. Medición de los parámetros de campo con el multiparametro marca HANNA, después del vertimiento de la mina Algamarca.



Foto 4. Adecuación de cordel para luego las profundidades en diferentes puntos del río.



Foto 5. Medición del ancho, largo y profundidad para poder determinar el caudal del río



Foto 6. Agregado de los reactivos correspondientes a cada muestra y refrigeración para su conservación y ser trasladados al Laboratorio Regional del Agua.



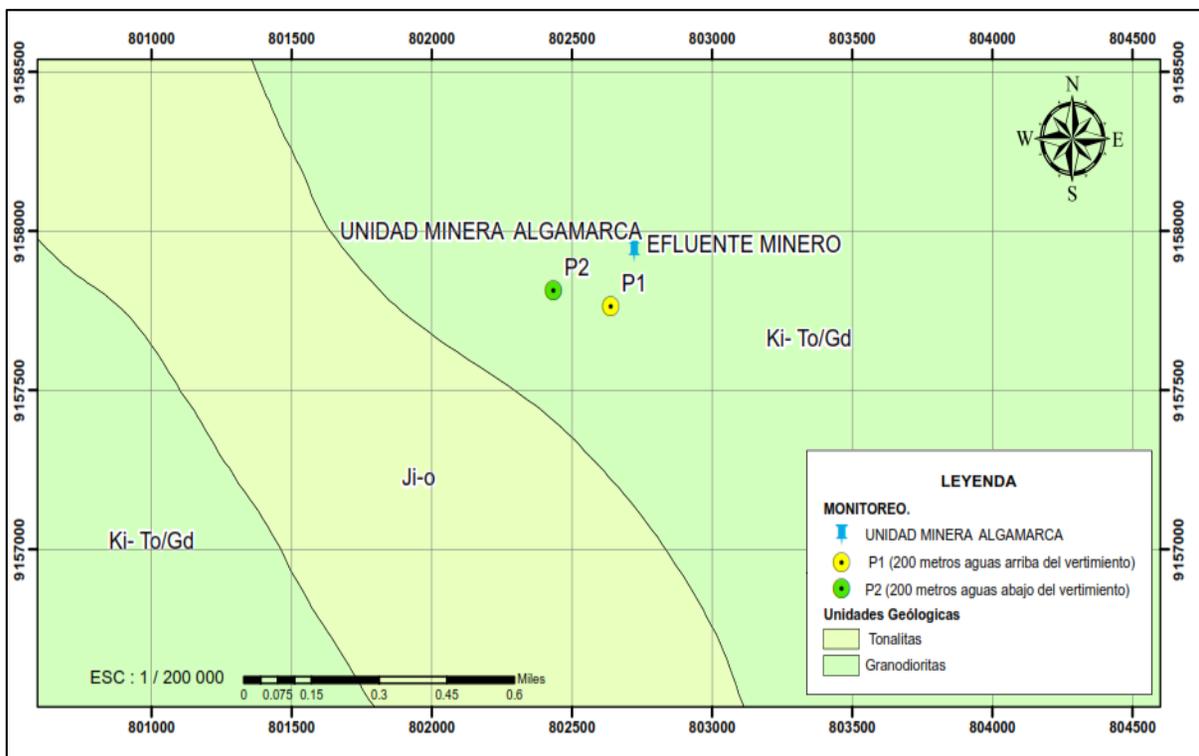
Foto 7. Vertimiento de la minera Algamarca.



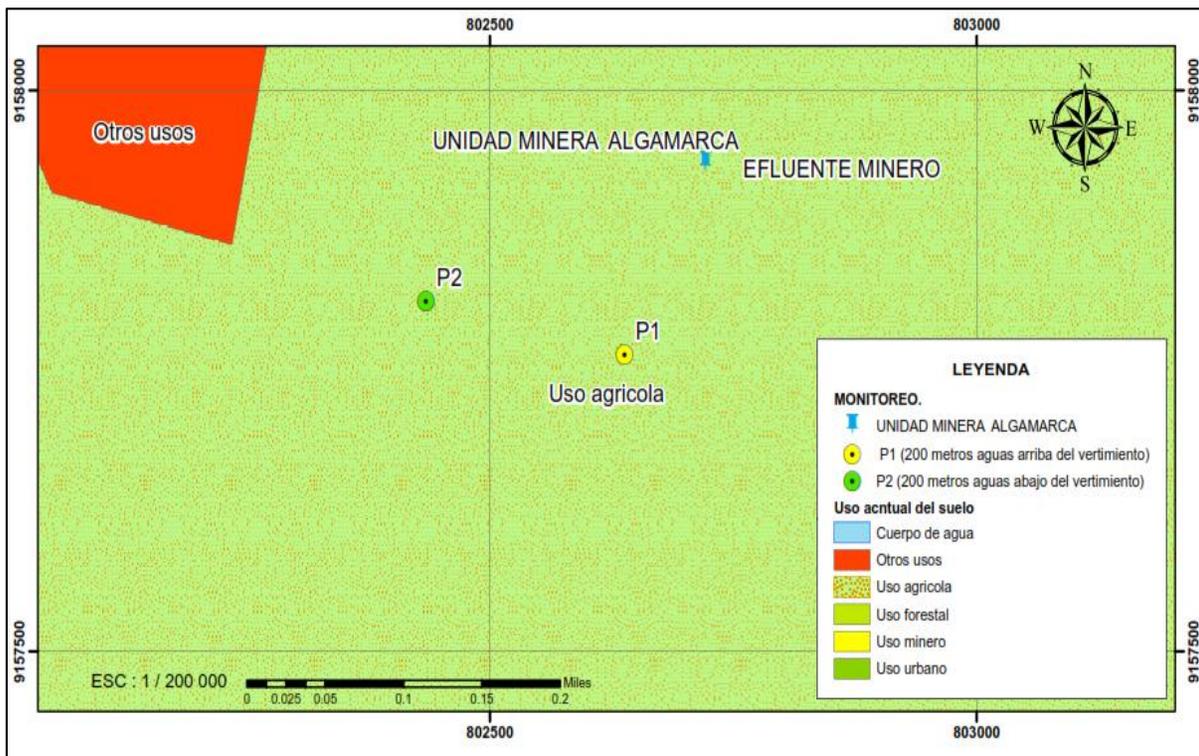
Foto 8. Minera Algamarca.



Foto 9. Unidad minera Algamarca y el efluente de descarga que van a parar en el río Saucicucho



Mapa 1. Unidades geológicas/ perfil estratigráfico



Mapa 5. Uso actual del suelo

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA
CON REGISTRO N° LC- 019



Certificado de Calibración

Registro N° LC-019

LA-219-2022

Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : CARLOS INFANTE VALLE
- 2 Dirección : Av. Universitaria Norte 6118 - Los Olivos
- 3 OTI : 381C
- 4 Datos del Instrumento
- | | | | |
|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|
| . Instrumento de medición | : Potenciómetro | . N° de serie del Instrumento | : 05150837101 |
| . Marca | : HANNA Instruments | . N° de serie del Sensor | : No indica |
| . Modelo | : HI 98129 | . Intervalo de Indicación | : 0,00 pH a 14,00 pH |
| . Identificación | : AQUAPH-01 * | . Resolución | : 0,01 pH |
- 5 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 6 Fecha de calibración : 2024-02-04
- 7 Método de calibración.

La calibración se realizó por comparación de la indicación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC-020 Calibración de medidores de pH de INACAL 2 ed. 2017.

8 Condiciones Ambientales.

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	26,0	52,4
Final	25,0	52,2

9 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.71	CC734725	2023-09-07
MRC pH 7	GGP-S-02.70	CC739808	2023-11-03
MRC pH 10	GGP-S-03.71	CC735019	2023-09-09

10 Resultados de medición

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
3.95	4.009	-0.059	0.015
8.99	8.997	-0.007	0.015
9.99	10.012	-0.022	0.015

11 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
- b) El coeficiente de corrección calculado es: 1,0000
- * Dato proporcionado por el usuario.

- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.
- Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa de GREEN GROUP PE S.A.C.

Fecha de emisión

2024-02-04


ISAIAS CURI MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

ANEXO 4. Resultados de los análisis del Laboratorio Regional del Agua



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240109

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **LINCE CICELI MERLO BECERRA**
Dirección **-**
Persona de contacto **LINCE CICELI MERLO BECERRA** Correo electrónico lincebecerra@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **8.02.24** Hora de Muestreo **11.30 a 12:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **02**
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Algarrocas-Cajabamba**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-160** Cadena de Custodia **CC - 0109 - 24**
Fecha y Hora de Recepción **09.02.24 07:50** Inicio de Ensayo **09.02.24 08:05**
Reporte Resultado **20.02.24 15:00:00**

Edder Neyra Jaico
Especialista de Laboratorio
CIP: 147020

Cajamarca, 20 de Febrero de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240109

ENSAYOS			Químicos Instrumentales			
Código de la Muestra	AS-AA-03	AS-AA-03	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01	02240157-02	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucococha	Río Saucococha	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.36	57.50	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	28.89	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	0.013	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.009	0.023	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	0.0	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	19.29	54.12	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.854	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	0.079	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	0.513	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	0.036	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	0.059	279.7	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.528	653.6	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.471	1.200	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	0.019	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	3.027	12.09	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.028	2.652	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	1.592	5.620	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	0.329	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	2.560	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.642	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	0.046	0.046	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	0.730	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	4.009	16.76	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	0.004	0.011	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.076	0.311	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	0.002	0.062	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	0.002	0.005	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	0.002	0.002	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	0.002	0.03	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	26.33	-	-
Silice (SiO ₂)	mg/L	0.2225	8.578	35.86	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	-	-

Legenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
 GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240109

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	
Localización de la Muestra	Río Saucocucho		Río Saucocucho	-	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	157.7	3090	-	-	-	
Color Verdadero	UC	4.0	2	30	-	-	-	
Acúleos y Grasas	mg/L	1.70	0.850	7.23	-	-	-	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.60	1.3	19.0	-	-	-	
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.50	6.2	2.87	-	-	-	
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	NA	6.95	4.51	-	-	-	

Legenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, NA=LCM significa que la concentración del analito es mínima (traza)

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	
Localización de la Muestra	Río Saucocucho		Río Saucocucho	-	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.0	350	19.0	-	-	-	

Note: Los Resultados <1.0, <1.5, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Cl, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Se, Si, SO ₂ , Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2020 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994. (validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic fluorescence spectrometry
Conductividad a 25°C	µS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2510 B, 24 th Ed. 2023. Conductivity Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2120 C, 24 th Ed. 2023. Color Spectrophotometric method
Acúleos y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010. n-Hexane Extractable Material by Extraction and Gravimetry
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 5210 B, 24 th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4500-O ₂ C, 24 th Ed. 2023. Oxygen (dissolved) - Hach DR/9000
(pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4505-H B, 23 rd Ed. 2017. pH Value. Electrode Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 9221 A(B), C, 24 th Ed. 2023. Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o emendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de preservación del método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido escrito.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.



"Fin del documento"

Código del Formulario: P-23-F01 Rev N°00 Fecha : 05/07/2020

Cajamarca, 20 de Febrero de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240127

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **LINCE CICELI MERLO BECERRA**
Dirección -
Persona de contacto **LINCE CICELI MERLO BECERRA** Correo electrónico lmcriobecerra@email.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **15.02.24** Hora de Muestreo **14:30 a 15:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **02**
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Algarrobo-Cajabamba**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-160** Cadena de Custodia **CC - 0127 - 24**
Fecha y Hora de Recepción **16.02.24 08:00** Inicio de Ensayo **16.02.24 08:45**
Reporte Resultado **27.02.24 15:50:00**

Edder Neyra Jaico
Especialista de Laboratorio
CIP: 147020

Cajamarca, 27 de Febrero de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240127

ENSAYOS			Químicos Instrumentales			
Código de la Muestra	AS-AA-03	AS-AA-03	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01	02240157-02	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucococha	Río Saucococha	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.29	59.60	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	29.32	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	0.013	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.009	0.021	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	0.0	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	19.22	58.97	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.882	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	0.084	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	0.566	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	0.037	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	0.058	284.7	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.531	662.1	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.400	1.100	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	0.016	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	2.920	13.05	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.033	2.879	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	1.543	5.390	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	0.361	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	2.800	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.705	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	0.046	0.046	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	0.766	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	3.954	18.29	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	0.004	0.012	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.074	0.308	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	0.009	0.057	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	0.002	0.006	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	0.002	0.002	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	0.002	0.04	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	29.33	-	-
Silice (SiO ₂)	mg/L	0.2225	8.220	37.04	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	-	-

Legenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
 GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240127

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucocucho		Río Saucocucho	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	108.5	3710	-	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0	2	38	-	-	-	-
Acúleos y Grasas	mg/L	1.70	0.800	6.70	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.60	1.3	16.0	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.50	6.3	3.16	-	-	-	-
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	NA	6.77	4.82	-	-	-	-

Legenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, valor "NA" significa que la concentración del analito es mínima (traza)

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucocucho		Río Saucocucho	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.0	210	12.0	-	-	-	-

Note: Los Resultados $+1.0, +1.5, +1.1$ y $+1$ significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Se, Si, SO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2020 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994. (validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic fluorescence spectrometry
Conductividad a 25°C	µS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2510 B, 24 th Ed. 2023. Conductivity Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2120 C, 24 th Ed. 2023. Color Spectrophotometric method
Acúleos y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010. n-Hexane Extractable Material by Extraction and Gravimetry
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 5210 B, 24 th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4500-O, 24 th Ed. 2023. Oxygen (dissolved) Hach DR/2000
(pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4505-H B, 23 rd Ed. 2017. pH Value. Electrode Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 9221 A(B), C, 24 th Ed. 2023. Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o emendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de preservación del método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido escrito.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.



"Fin del documento"

Código del Formulario: P-23-F01 Rev N°00 Fecha : 05/07/2020

Cajamarca, 27 de Febrero de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240157

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **LINCE CICELI MERLO BECERRA**
Dirección **-**
Persona de contacto **LINCE CICELI MERLO BECERRA** Correo electrónico lmecrobecerra@email.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **22.02.24** Hora de Muestreo **12:30 a 13:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **02**
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Algamarca-Cajabamba**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-160** Cadena de Custodia **CC - 0157 - 24**
Fecha y Hora de Recepción **23.02.24 08:50** Inicio de Ensayo **23.02.24 09:05**
Reporte Resultado **04.03.24 16:10:00**

Edder Neyra Jaico
Especialista de Laboratorio
CIP: 147020

Cajamarca, 04 de Marzo de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240157

ENSAYOS			Químicos Instrumentales			
Código de la Muestra	AS-AA-03	AS-AA-03	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01	02240157-02	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucococha	Río Saucococha	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.33	55.72	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	26.31	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	0.013	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.008	0.027	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	0.0	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	17.12	56.92	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.862	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	0.076	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	0.615	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	0.044	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	0.067	265.1	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.596	644.6	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.521	1.562	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	0.023	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	3.942	14.06	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.030	2.503	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	1.354	5.922	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	0.341	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	2.295	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.588	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	0.046	0.046	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	0.752	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	4.822	19.28	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	0.004	0.014	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.069	0.325	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	0.052	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	<LCM	0.007	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	0.002	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	0.03	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	32.58	-	-
Silice (SiO ₂)	mg/L	0.2225	9.512	40.15	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	-	-

Legenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240157

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucocucho		Río Saucocucho	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	133.9	3816	-	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0	2	32	-	-	-	-
Acúleos y Grasas	mg/L	1.70	0.850	8.14	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.60	1.3	20.1	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.50	6.0	2.49	-	-	-	-
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	NA	6.77	4.82	-	-	-	-

Leyenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, NA=LCM significa que la concentración del analito es mínima (traza)

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucocucho		Río Saucocucho	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.0	298	14.0	-	-	-	-

Note: Los Resultados <1.0, <1.5, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra; VE: valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Cl, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Se, Si, SO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994, (Validado) 2020 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994, (validado) 2014, Determination of mercury in water by cold vapor atomic fluorescence spectrometry
Conductividad a 25°C	µS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2510 B, 24 th Ed. 2023, Conductivity Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2120 C, 24 th Ed. 2023, Color, Spectrophotometric method
Acúleos y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010, n-Hexane Extractable Material, by Extraction and Gravimetry
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 5210 B, 24 th Ed. 2023, Biochemical Oxygen Demand, 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4500-O, 24 th Ed. 2023, Oxygen (dissolved), Hach DR/2000
(pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4505-H B, 23 rd Ed. 2017, pH Value, Electrode Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 9221 A, 24 th Ed. 2023, Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o emendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de preservación del método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido escrito.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.



"Fin del documento"

Código del Formulario: P-23-F01 Rev N°00 Fecha : 05/07/2020

Cajamarca, 04 de Marzo de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240168

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **LINCE CICELI MERLO BECERRA**
Dirección **-**
Persona de contacto **LINCE CICELI MERLO BECERRA** Correo electrónico lmcriobecerra@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **29.02.24** Hora de Muestreo **2:30 a 3:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **02**
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Algamarca-Cajabamba**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-160** Cadena de Custodia **CC - 0168 - 24**
Fecha y Hora de Recepción **01.03.24 08:00** Inicio de Ensayo **01.03.24 08:30**
Reporte Resultado **10.03.24 12:10:00**

Edder Neyra Jaico
Especialista de Laboratorio
CIP: 147020

Cajamarca, 10 de Marzo de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240168

ENSAYOS			Químicos Instrumentales			
Código de la Muestra	AS-AA-03	AS-AA-03	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01	02240157-02	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucocucho	Río Saucocucho	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.35	57.20	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	28.61	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	0.013	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.009	0.021	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	0.0	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	19.15	54.16	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.868	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	0.081	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	0.521	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	0.038	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	0.059	281.2	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.531	654.6	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.471	1.300	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	0.018	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	3.027	12.22	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.028	2.541	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	1.612	5.820	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	0.348	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	2.660	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.652	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	0.046	0.046	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	0.720	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	4.009	17.14	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	0.004	0.012	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.076	0.312	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	0.065	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	0.002	0.006	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	0.002	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	0.04	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	28.33	-	-
Silice (SiO ₂)	mg/L	0.2225	8.578	35.92	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	-	-

Legenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
 GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240168

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucocucho		Río Saucocucho	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	156.4	3080	-	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0	2	37	-	-	-	-
Acúleos y Grasas	mg/L	1.70	0.800	7.42	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.60	1.3	18.0	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.50	6.4	2.92	-	-	-	-
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	NA	7.66	5.42	-	-	-	-

Leyenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, NA=LCM significa que la concentración del analito es mínima (traza)

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucocucho		Río Saucocucho	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.0	355	20.0	-	-	-	-

Note: Los Resultados <1.0, <1.5, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra; VE: valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, F, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Se, Si, SO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994, (Validado) 2020 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994, (validado) 2014, Determination of mercury in water by cold vapor atomic fluorescence spectrometry
Conductividad a 25°C	µS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2510 B, 24 th Ed. 2023, Conductivity Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2120 C, 24 th Ed. 2023, Color, Spectrophotometric method
Acúleos y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010, n-Hexane Extractable Material, by Extraction and Gravimetry
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 5210 B, 24 th Ed. 2023, Biochemical Oxygen Demand, 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4500-O, 24 th Ed. 2023, Oxygen (dissolved), Hach DR/2000
(pH a 25°C)	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4505-H B, 23 rd Ed. 2017, pH Value, Electrode Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 9221 A(B), C, 24 th Ed. 2023, Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o emendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de preservación del método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido escrito.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.



"Fin del documento"

Código del Formulario: P-23-F01 Rev N°00 Fecha : 05/07/2020

Cajamarca, 10 de Marzo de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240175

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **LINCE CICELI MERLO BECERRA**
Dirección **-**
Persona de contacto **LINCE CICELI MERLO BECERRA** Correo electrónico lmcriobecerra@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **07.02.24** Hora de Muestreo **1:30 a 2:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **02**
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Algarrocas-Cajabamba**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-160** Cadena de Custodia **CC - 0175 - 24**
Fecha y Hora de Recepción **08.03.24 09:30** Inicio de Ensayo **08.03.24 08:30**
Reporte Resultado **18.03.24 15:00:00**

Edder Neyra Jaico
Especialista de Laboratorio
CIP: 147020

Cajamarca, 18 de Marzo de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240175

ENSAYOS			Químicos Instrumentales			
Código de la Muestra	AS-AA-03	AS-AA-03	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01	02240157-02	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucococha	Río Saucococha	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.28	58.40	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	29.30	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	0.013	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.009	0.021	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	0.0	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	19.26	59.01	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.898	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	0.086	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	0.572	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	0.037	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	0.059	288.4	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.542	668.1	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.500	1.200	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	0.017	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	2.840	13.44	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.032	2.886	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	1.583	5.490	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	0.382	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	2.790	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.724	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	0.046	0.046	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	0.776	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	3.981	18.85	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	0.004	0.013	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.075	0.309	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	0.009	0.056	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	0.002	0.007	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	0.002	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	0.04	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	29.44	-	-
Silice (SiO ₂)	mg/L	0.2225	8.330	37.15	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	-	-

Legenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240175

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucotucho		Río Saucotucho	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	115.4	3712	-	-	-	-
Color Verdadero	UC	4.0	2	39	-	-	-	-
Acúenos y Grasas	mg/L	1.70	0.850	6.50	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.60	1.3	17.0	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.50	6.3	3.25	-	-	-	-
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	NA	7.04	5.07	-	-	-	-

Leyenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, NA significa que la concentración del analito es nula (traza)

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	-
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucotucho		Río Saucotucho	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.0	212	13.0	-	-	-	-

Note: Los Resultados <1.0, <1.5, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra; VE: valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, F, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Se, Si, SO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2020 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994. (validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic fluorescence spectrometry
Conductividad a 25°C	µS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2510 B, 24 th Ed. 2023. Conductivity Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2120 C, 24 th Ed. 2023. Color Spectrophotometric method
Acúenos y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010. n-Hexane Extractable Material by Extraction and Gravimetry
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 5210 B, 24 th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4500-O, 24 th Ed. 2023. Oxygen (dissolved) Hach DR/2000
(pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4505-H B, 23 rd Ed. 2017. pH Value. Electrode Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 9221 A(B), C, 24 th Ed. 2023. Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de preservación del método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido escrito.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.



"Fin del documento"

Código del Formulario: P-23-F01 Rev N°00 Fecha : 05/07/2020

Cajamarca, 10 de Marzo de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240175

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **LINCE CICELI MERLO BECERRA**
Dirección **-**
Persona de contacto **LINCE CICELI MERLO BECERRA** Correo electrónico lmcriobecerra@email.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **14.03.24** Hora de Muestreo **1:30 a 12:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **02**
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos- Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Algamarca-Cajabamba**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-160** Cadena de Custodia **CC - 0186 - 24**
Fecha y Hora de Recepción **15.03.24 08:00** Inicio de Ensayo **15.03.24 08:30**
Reporte Resultado **26.03.24 14:00:00**

Edder Neyra Jaico
Especialista de Laboratorio
CIP: 147020

Cajamarca, 26 de Marzo de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240175

ENSAYOS			Químicos Instrumentales			
Código de la Muestra	AS-AA-03	AS-AA-03	-	-	-	-
Código Laboratorio	02240157-01	02240157-02	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	-	-	-	-
Descripción	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Río Saucococha	Río Saucococha	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.31	54.60	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	26.40	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	0.013	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.008	0.027	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	0.0	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	17.16	56.96	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.882	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	0.077	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	0.624	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	0.043	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	0.068	275.2	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	0.597	645.6	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	0.531	1.552	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	<LCM	0.022	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	3.840	14.48	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.031	2.603	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	1.454	5.944	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	0.342	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	2.232	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.568	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	0.046	0.046	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	0.762	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	4.911	19.44	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	0.004	0.015	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.070	0.335	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	0.053	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	0.002	0.008	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	0.002	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	0.03	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	32.58	-	-
Silice (SiO ₂)	mg/L	0.2225	9.645	40.18	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	-	-

Legenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
 GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
 ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
 CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 02240175

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	
Localización de la Muestra	Río Saucotucho		Río Saucotucho	-	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos					
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	134.8	3824	-	-	-	
Color Verdadero	UC	4.0	2	33	-	-	-	
Acúleos y Grasas	mg/L	1.70	0.850	8.13	-	-	-	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.60	1.3	19.0	-	-	-	
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.50	6.7	2.51	-	-	-	
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	NA	6.90	5.01	-	-	-	

Leyenda: LCM Límite de Cuantificación del Método, NA=LCM significa que la concentración del analito es mínima (traza)

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	AS-AR-03		AS-AA-03	-	-	-	-	
Código Laboratorio	02240157-01		02240157-02	-	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	-	-	-	-	
Descripción	Superficial- Río		Superficial- Río	-	-	-	-	
Localización de la Muestra	Río Saucotucho		Río Saucotucho	-	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.0	299	15.0	-	-	-	

Note: Los Resultados <1.0, <1.5, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra; VE: valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metasles Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Cl, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Se, Si, SO ₂ , Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994, (Validado) 2020 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994, (validado) 2014, Determination of mercury in water by cold vapor atomic fluorescence spectrometry
Conductividad a 25°C	µS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2510 B, 24 th Ed. 2023, Conductivity Laboratory Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 2120 C, 24 th Ed. 2023, Color, Spectrophotometric method
Acúleos y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010, n-Hexane Extractable Material, by Extraction and Gravimetry
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 5210 B, 24 th Ed. 2023, Biochemical Oxygen Demand, 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4500-O, 24 th Ed. 2023, Oxygen (dissolved), Hach DR/2000
(pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 4505-H B, 23 rd Ed. 2017, pH Value, Electrode Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 9221 A, 24 th Ed. 2023, Multiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o emendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de preservación del método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido escrito.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.



"Fin del documento"

Código del Formulario: P-23-F01 Rev N°00 Fecha : 05/07/2020

Cajamarca, 26 de Marzo de 2024