



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

Contaminación hídrica por metales pesados en la cuenca alta del Río Moche por pasivos ambientales mineros

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magister en
Gestión Integrada en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio
Ambiente

AUTOR

Sarai Masako MALO MENDEZ

ASESOR

Dr. Ernesto Osvaldo ADUVIRE PATACA

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Malo, S. (2024). *Contaminación hídrica por metales pesados en la cuenca alta del Río Moche por pasivos ambientales mineros*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Sarai Masako Malo Mendez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47798689
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-0350-5069
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Ernesto Osvaldo Aduvire Pataca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	00505273
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-0214-0125
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Silvia del Pilar Iglesias León
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06018064
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Karina Lizeth Lozada Castillo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40438343
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Walter Aparicio Arévalo Gómez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09050786
Datos de investigación	

Línea de investigación	C.0.1.8. Geoquímica C.0.2.1. Remediación de agua, aire y suelo
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Financiamiento propio.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: La Libertad Provincia: Salpo Distrito: Salpo Latitud: -7.988497° Longitud: -78.593049°
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019 - 2022
URL de disciplinas OCDE	Biotecnología ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.08.01 Geoquímica, Geofísica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.04



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
VICEDECANO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO – UNIDAD DE POSGRADO

**Acta de Sustentación de Tesis para Optar el Grado Académico de
MAGISTER EN GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO
AMBIENTE**

Siendo las once horas del día dieciséis de octubre de dos mil veinticuatro en la sala grados, el Jurado de Tesis conformado por los siguientes docentes:

Presidente	:	DRA. SILVIA DEL PILAR IGLESIAS LEÓN
Miembro	:	MG. KARINA LIZETH LOZADA CASTILLO
Miembro	:	DR. WALTER APARICIO ARÉVALO GÓMEZ
Asesor	:	DR. ERNESTO OSVALDO ADUVIRE PATACA

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: «**CONTAMINACIÓN HÍDRICA POR METALES PESADOS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO MOCHE POR PASIVOS AMBIENTALES MINEROS**» presentado por la Bach. **SARAI MASAKO MALO MENDEZ** egresada del programa de posgrado: **MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE** desarrollado en la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.

Concluida la sustentación, los miembros del Jurado de Tesis procedieron a formular sus preguntas las que fueron absueltas por el graduando; acto seguido se procedió con la evaluación correspondiente, en forma colegiada, el jurado asignó el calificativo de: APROBADO POR LOGRO (16)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Jurado Evaluador recomienda al Consejo de Facultad apruebe el otorgamiento del **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE** a doña **SARAI MASAKO MALO MENDEZ**.

Siendo las 12 horas, se levantó la sesión, firmando para mayor constancia la presente Acta:

Dra. SILVIA DEL PILAR IGLESIAS LEÓN
Presidente

Mg. KARINA LIZETH LOZADA CASTILLO
Miembro

Dr. WALTER APARICIO ARÉVALO GÓMEZ
Miembro

Dr. ERNESTO OSVALDO ADUVIRE PATACA
Asesor



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo DR. ERNESTO OSVALDO ADUVIRE PATACA en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen N° 000566-2023-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es **«CONTAMINACIÓN HÍDRICA POR METALES PESADOS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO MOCHE POR PASIVOS AMBIENTALES MINEROS»**, presentado por la BACHILLER SARAI MASAKO MALO MÉNDEZ para optar el Grado Académico de MAGISTER EN GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE, **CERTIFICO** que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **16 %** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Lima, 23 de Agosto de 2024

Firma del Asesor:

.....

Nombres y apellidos del asesor:

ERNESTO OSVALDO ADUVIRE PATACA

DNI:

00505273

DEDICATORIA

A mis padres Roger Malo y Débora Méndez, por transmitirme su fortaleza y fe en Dios.

A mis abuelos Néstor Méndez y Juliana Moreno, por su alegría y su incesable sacrificio por toda la familia.

Sarai Masako Malo Méndez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos la vida y la salud para continuar con su propósito en esta tierra.

Al Dr. Osvaldo Aduvire por su denodado rol como asesor de la presente tesis.

A las autoridades y docentes de la Unidad de Postgrado de la FIGMMG, por sus enseñanzas en todo el proceso de la maestría.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	2
1.1. Situación problemática	2
1.2. Formulación del problema.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Justificación teórica	6
1.4. Justificación práctica	6
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivos generales	7
1.5.2. Objetivos específicos	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Marco Filosófico	8
2.2. Antecedentes de investigación	9
2.2.1 Antecedentes nacionales	9
2.2.2. Antecedentes internacionales.....	11
2.3. Bases teóricas	12
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	20
3.2. Hipótesis y Variables.....	21
3.2.1. Hipótesis general.....	21
3.2.2. Hipótesis específicas.....	21
3.2.3. Identificación de variables	21
3.2.3.1. Variable dependiente.....	21

3.2.3.2. Variable independiente.....	21
3.2.4. Operacionalización de variables	22
3.2.5. Matriz de consistencia	24
3.3. Unidad de análisis	27
3.4. Población de Estudio	27
3.5. Tamaño de Muestra	27
3.6. Técnicas de recolección de datos	29
3.6.1. Observacional	29
3.6.2. Muestreo en campo.....	29
3.6.3. Instrumentos de la investigación.....	32
3.7. Análisis e Interpretación de la Información	33
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados	34
4.1.1. Estaciones de monitoreo de calidad de agua	36
4.1.1.1. Estaciones de la Autoridad Nacional de Agua.	36
4.1.1.2. Estaciones de monitoreos realizados en la visita de campo.	37
4.1.2. Pruebas de hipótesis.....	58
4.1.3. Alternativas para reducir la contaminación por Pasivos Ambientales Mineros	76
4.1.3.1. Tratamientos pasivos de los efluentes de Pasivos Ambientales Mineros.	78
a. Alternativa 1: Wetland Anaerobio para tratar el drenaje del pasivo ambiental minero PS-02.	81
b. Alternativa 2: Sistemas de Generación Sucesiva de Alcalinidad (SAPS) para tratar el drenaje del pasivo ambiental minero PS-02.	83
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	94

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Clasificación de aguas residuales por valor de pH.....</i>	<i>17</i>
<i>Cuadro 2. Operacionalización de Variables.....</i>	<i>22</i>
<i>Cuadro 3. Matriz de Consistencia.....</i>	<i>24</i>
<i>Cuadro 4. Listado de PAM de la Cuenca Alta del Río Moche.....</i>	<i>28</i>
<i>Cuadro 5. Listado de Estaciones de Monitoreo de Agua.....</i>	<i>38</i>
<i>Cuadro 6. Resultados de análisis de calidad de agua en las estaciones PS-01, PS-02, PS-03, PS-04 y RMoch12.....</i>	<i>40</i>
<i>Cuadro 7. Resultados de los monitoreos de calidad de agua, elaborados por la Autoridad Nacional del Agua.</i>	<i>41</i>
<i>Cuadro 8. Calidad de Agua en la Estación PS-02 como Efluente Tipo para el Diseño.....</i>	<i>80</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Plano de ubicación de minas en la cuenca del río Moche.</i>	<i>4</i>
<i>Figura 2. Identificación de problemas principales en una cuenca hidrográfica típica.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. Monitoreo de Agua en el Punto PS-01.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 4. Medición de parámetros fisicoquímicos con el multiparámetro PCTS Testr 50 marca OAKTON en el punto PS-01.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 5. Ubicación de los Pasivos Ambientales Mineros ID 13113, ID 13114 e ID 846 en Campo.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 6. Zona de Emplazamiento de los Pasivos Ambientales Mineros ID 13113, ID 13114 e ID 846 en Campo.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 7. Mapa Geológico Regional.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 8. Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 9. Valores de pH en las Estaciones de Monitoreo de Agua.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 10. Valores de pH en los años 2019, 2020 y 2022.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 11. Valores de Aluminio en las Puntos de Monitoreo de Agua.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 12. Valores de Aluminio en los años 2019, 2020 y 2022.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 13. Valores de Cadmio en las Estaciones de Monitoreo de Agua.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 14. Valores de cadmio en los años 2019, 2020 y 2022.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 15. Valores de Cobalto en las Puntos de Monitoreo de Agua.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 16. Valores de Cobalto en los años 2019, 2020 y 2022.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 17. Valores de Cobre en las Estaciones de Monitoreo de Agua.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 18. Valores de Cobre en los años 2019, 2020 y 2022</i>	<i>49</i>

<i>Figura 19. Valores de Hierro en las Estaciones de Monitoreo de Agua.</i>	50
<i>Figura 20. Valores de Hierro en los años 2019, 2020 y 2022.</i>	51
<i>Figura 21. Valores de Manganeso en los Puntos de Monitoreo de Agua.</i>	52
<i>Figura 22. Valores de Manganeso en los años 2019, 2020 y 2022.</i>	52
<i>Figura 23. Valores de Plomo en las Estaciones de Monitoreo de Agua.</i>	53
<i>Figura 24. Valores de Plomo en los años 2019, 2020 y 2022.</i>	54
<i>Figura 25. Valores de Zinc en las Estaciones de Monitoreo de Agua.</i>	55
<i>Figura 26. Valores de Zinc en los años 2019, 2020 y 2022.</i>	55
<i>Figura 27. Valores de Arsénico en las Estaciones de Monitoreo de Agua.</i>	56
<i>Figura 28. Valores de Arsénico en los años 2019, 2020 y 2022.</i>	57
<i>Figura 29. Agua que discurre sobre la Quebrada Agua Dulce, afectada por drenajes ácidos.</i>	77
<i>Figura 30. Sistemas de Tratamiento Pasivo en Función de las Características del DAM.</i>	79
<i>Figura 31. Distribución de sustratos de Tratamiento en un Wetland Anaerobio.</i>	81
<i>Figura 32. Distribución de sustratos y líneas de flujo en un SAPS.</i>	84

RESUMEN

La presente investigación busca identificar cuál es el grado de contaminación del cuerpo de agua por presencia de metales pesados a causa de los pasivos ambientales mineros ubicados en la cuenca alta del río Moche, motivo por el cual se monitoreó aguas arriba y aguas abajo del vertimiento de los drenajes ácidos en la Quebrada Agua Dulce. Los resultados obtenidos están fuera del Estándar de Calidad de Agua categoría 3 [D1: Riego de cultivos de tallo alto y tallo bajo], obteniendo valores de Aluminio (70.48 mg/L), Cadmio (3.43 mg/L), Cobalto (0.46 mg/L), Cobre (31.58 mg/L), Manganeseo (32.16 mg/L), Plomo (1.26 mg/L), Zinc (109.50 mg/L) y los niveles de pH (3.69). Estos resultados concuerdan con los valores presentados en los monitoreos participativos realizados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en los años 2019, 2020 y 2022.

Los drenajes ácidos de los PAM ubicados en el pueblo de Milluachaqui en el distrito de Salpo, en base a sus características químicas, pueden ser tratados a través del uso de sistemas de tratamiento pasivos, tales como wetland anaerobio y sistemas de generación sucesiva de alcalinidad (SAPS). Sin embargo, el SAPS requiere un área de superficie menor y permite mayor capacidad de eliminación de acidez, por ello se considera más efectivo.

Palabras claves: calidad de agua, pasivos ambientales mineros (PAM), metales pesados, pH, cuenca alta.

ABSTRACT

The present investigation seeks to identify the degree of contamination of the body of water due to the presence of heavy metals due to the mining environmental liabilities located in the upper basin of the Moche River, which is why it was monitored upstream and downstream of area. discharge of acid drainage in Quebrada Agua Dulce. The results obtained are outside the Category 3 Water Quality Standard [D1: Irrigation of high stem and low stem crops], obtaining values of Aluminum (70.48 mg/L), Cadmium (3.43 mg/L), Cobalt (0.46 mg /L), Copper (31.58 mg/L), Manganese (32.16 mg/L), Lead (1.26 mg/L), Zinc (109.50 mg/L) and pH levels (3.69). These results agree with the values presented in the participatory monitoring carried out by the National Water Authority (ANA) in the years 2019, 2020 and 2022.

The acid drainage of the MEL located in the town of Milluachaqui in the Salpo district, based on its chemical characteristics, can be treated through the use of passive treatment systems, such as anaerobic wetland and successive alkalinity generation (SAPS). However, SAPS requires a smaller surface area and allows for greater acidity removal capacity, which is why it is considered more effective.

Keywords: water quality, mining environmental liabilities, metals, pH

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática

La Autoridad Nacional del Agua (2020) indica que el Río Moche está ubicado en la costa peruana, cuya área de drenaje es 2 115.411 km² y una longitud de 109.87 km. La unidad hidrográfica Moche se ubica en el departamento de La Libertad, la cual se inicia en la andes peruanos y desemboca en el Océano Pacífico. Por el norte, limita con la cuenca del río Chicama, por el oeste limita con el Océano Pacífico y por el sur limita con la cuenca del río Virú.

Según Huaranga (2012), la cuenca del río Moche se divide en parte alta (3500 - 2220 m.s.n.m), parte media (2220-1420 m.s.n.m) y parte baja (1420- 34 m.s.n.m).

La cuenca del Río Moche es impactada por actividades industriales, mineras y poblacionales, las cuales pueden afectar a los ecosistemas acuáticos, cultivos y afectando directamente a la salud de las personas que consumen esta fuente de agua.

Los impactos ambientales más notorios del río Moche son causados por la actividad minera realizada sin lineamientos legales ambientales, la cual ha generado pasivos ambientales mineros que repercuten en el suelo y agua a través de la dispersión de metales pesados, motivo por el cual es necesario conocer el flujo de estos elementos tóxicos en el medio ambiente.

Una parte importante de la actividad minera se encuentra representada por la llamada pequeña minería y minería artesanal de polimetálicos, donde se extraen y procesa de 100 a 200 ton/día (ver figura 1).

El Ministerio de Energía y Minas (1997), indicó:

- En el río Moche se ha identificado dos puntos críticos; el primero son los drenajes ácidos de minas de los componentes mineros ubicados en Quiruvilca y Salpo, donde se emiten drenajes ácidos de minas de los PAM, los cuales discurren por la quebrada Agua Dulce en un flujo de 12 l/s aproximadamente. (p.7)
- En medio de la quebrada Julcán y el río Salpo, se observa un área de pequeña minería con varias bocaminas y acopios de minerales en cancha, las cuales se encuentran en abandono. Otro punto crítico es la cancha de minerales ubicados a unos 300 metros del pueblo de Salpo, donde se calcula cincuenta mil toneladas de mineral con considerable presencia de pirita. De la misma manera, en la mina La Guardia, donde existe aproximadamente 20,000 toneladas de mineral en cancha. (p.24)

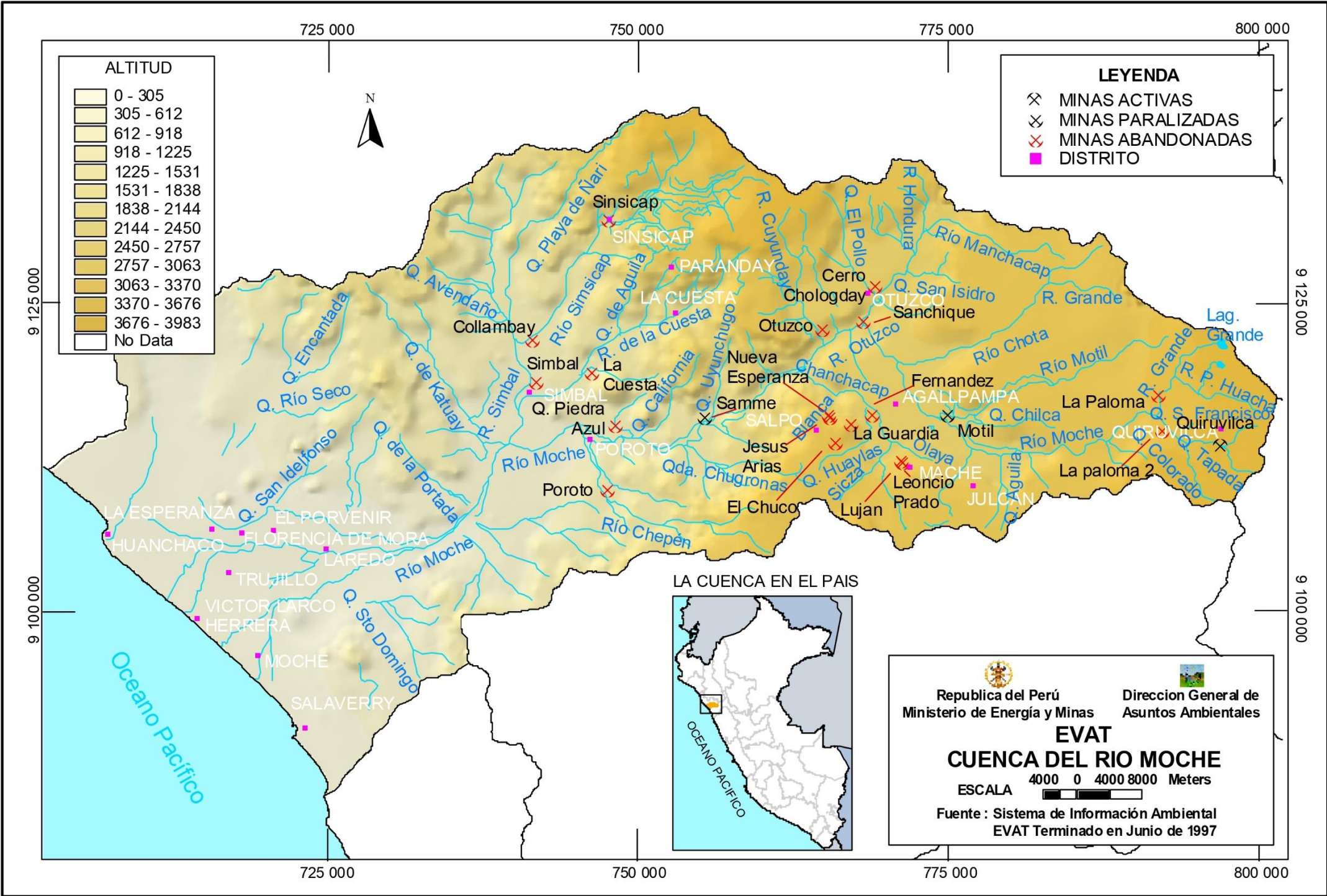


Figura 1. Plano de ubicación de minas en la cuenca del río Moche.

Fuente. Adaptado del *Estudio de evaluación ambiental territorial y de planteamiento para la reducción o eliminación de la contaminación de origen minero en la cuenca del río Moche*, por Ministerio de energía y minas, 1997.

Un vertimiento relacionado con los procesos de extracción minera, el DAM, se produce a pesar de que las operaciones han terminado, como en el caso de los pasivos ambientales mineros. Los drenajes ácidos producen una gran cantidad de metales pesados que se liberan a las aguas receptoras; con bajos niveles de pH que varían en 2 y 4.5. (Galván, 2016, p.1)

Las características de los metales pesados permiten su distribución en los componentes ambientales, su acumulación en los tejidos del cuerpo humano y su peligrosidad con reducidos valores de contacto. Lo cual puede suceder de varias maneras, por ejemplo, por inhalación, percutánea, ingestión involuntaria de alimentos y bebidas, etc. (Díaz, 2016, p.16)

Los muestreos de agua ejecutados por la ANA, demuestran que las muestras analizadas han excedido varios parámetros relacionados a metales pesados, lo cual ha generado que el río Moche sea declarado en estado de emergencia.

El Decreto Supremo N° 125-2021-PCM menciona el Estado de Emergencia en los distritos de Quiruvilca, Agallpampa, Salpo, Otuzco, Poroto, Laredo, Trujillo, Huanchaco, Moche y Víctor Larco Herrera, por peligro inminente ante contaminación del río Moche.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el grado de contaminación hídrica por metales pesados en la cuenca alta del Río Moche por pasivos ambientales mineros?

1.2.2. Problemas específicos

A. ¿Cuál es el impacto ambiental en la calidad de agua por la contaminación hídrica por pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Río Moche?

- B. ¿Qué sistema de tratamiento pasivo es el más adecuado en el tratamiento de drenajes ácidos de mina en la zona impactada por pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Río Moche?

1.3. Justificación teórica

Los pasivos ambientales mineros que impactan al Río Moche repercuten en la calidad de agua, los cuales se evidencian a través de los resultados del monitoreo realizado en la zona de estudio.

Huaranga (2012) estableció puntos de monitoreo en la cuenca del río Moche, donde se evidenció que las concentraciones de Fe, Pb, Cd, Cu, Zn y As (mg/L) en sus aguas reflejaban contaminación por metales pesados.

La presente investigación sirve de sustento para fundamentar el incremento de la contaminación por metales pesados en el agua de la cuenca alta del Río Moche, por presencia de pasivos ambientales mineros. Pues según lo indicado en el Informe de estimación del riesgo emitido por el GORE La Libertad en el 2020, se denota la carencia de investigaciones actuales específicas sobre la presencia de metales pesados en el agua superficial del Río Moche, las cuales son útiles para establecer un criterio sobre el estado situacional actual del cuerpo de agua y toma de decisiones gubernamentales. Asimismo, se propone como medida de solución, a la acidez y carga metálica de los drenajes ácidos, el uso de sistemas de tratamiento pasivo, tales como wetland anaerobio y SAPS, los cuales son alternativas efectivas, económicamente accesibles y sostenibles en el tiempo.

1.4. Justificación práctica

Mediante la presente investigación se demostrará el grado de contaminación en la calidad del agua de la cuenca alta del Río Moche, analizando el nivel de

metales pesados en el agua, a causa de la presencia de pasivos ambientales mineros.

- **Impacto social:** Las comunidades que utilizan el agua del Río Moche para riego de plantaciones, en base a los riesgos analizados, podrán tomar mejores decisiones en el tratamiento de las mismas.
- **Impacto económico:** Las personas afectadas indirectamente por el consumo de las altas concentraciones de metales pesados, invierten económicamente en mejorar su salud, de esta forma reducen sus ingresos económicos, y como consecuencia la calidad de vida de su familia.
- El estado peruano puede promover la formalización de pequeños mineros, cuyas actividades sin medidas ambientales están afectando el ecosistema.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivos generales

Evaluar el grado de contaminación hídrica en relación a la presencia de metales pesados en la cuenca alta del Río Moche, a causa de los pasivos ambientales mineros.

1.5.2. Objetivos específicos

- A. Determinar si existe impacto ambiental en la calidad de agua de la cuenca alta del Río Moche por la presencia de pasivos ambientales mineros.
- B. Identificar qué sistema de tratamiento pasivo es el más adecuado en el tratamiento de drenajes ácidos de mina en la zona impactada por pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Río Moche.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico

La generación de pasivos ambientales mineros radica en la escasa fiscalización ambiental y la falta de recursos financieros para ejecutar un correcto cierre de los componentes mineros.

El actual crecimiento del índice de minería informal ha generado que muchos PAM sean reaperturados para extraer los minerales presentes, los cuales no asignan una cantidad económica necesaria para la aplicación de medidas de manejo ambiental. Asimismo, la minería grande y mediana son las que asignan mayores recursos a la gestión ambiental, aunque no están exentas de producir pasivos, y generar problemas socio ambientales.

A través de la creación del SEIA, se logró establecer la importancia de los instrumentos de gestión ambiental para elaborar estrategias de manejo ambiental en las distintas fases del proyecto, inicio, ejecución y cierre, con el fin de evitar los impactos ambientales negativos, los cuales en su mayoría repercuten sobre el ser humano.

La constitución política del Perú establece que “toda persona debe gozar de paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”. (Congreso Constituyente Democrático, 2009, Artículo N°2 e inciso N° 22).

La antropóloga estadounidense Margaret Mead dijo que no tendremos una sociedad si destruimos el medio ambiente.

El ser humano debe acceder a una buena calidad de agua, para poder gozar de buena salud. De ahí la necesidad de estudiar, analizar y monitorear las aguas superficiales.

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1 *Antecedentes nacionales*

Huaranga et al (2012) publicó el artículo “Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche, 1980-2010, La Libertad – Perú” a través de la revista Scientia Agropecuaria.

Díaz (2016) con la investigación “Contaminación del ecosistema en San Mateo de Huanchor por los pasivos ambientales mineros metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores”, analizó la concentración de arsénico y cadmio en el agua y suelo del centro poblado de San Mateo de Huanchor por causa de los PAM, así como los daños al ambiente y a la salud pública.

Las **técnicas de recolección** utilizadas fueron fichas bibliográficas, cuestionarios de encuestas y guías de entrevistas, las cuales se aplicaron a través del análisis documental, entrevistas, muestreo y reportes de laboratorio.

Los **resultados** evidenciaron que existen puntos de monitoreo de DIGESA que exceden los ECA categoría 3 (As 0.10 mg/L) para riego de vegetales. Los niveles de As y Cd en la zona de estudio no son considerables (Díaz, 2016).

En diversas regiones de nuestro país, se han generado conflictos socioambientales a causa del vertimiento de efluentes de actividades minero-metalúrgicas a cuerpos naturales de agua, lo cual ha motivado la investigación de contaminación por metales pesados en agua de río.

Flores (2016) con la investigación “Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas del río Grande y su relación con la actividad minera”, cuantificó la concentración de metales pesados en el río Grande y; definió si su nivel excede los ECA agua.

Las **técnicas de recolección** utilizadas fueron la toma de muestras, la cual se hizo de acuerdo al protocolo de monitoreo del D.S. N° 059-93-EM.

Los **resultados** evidenciaron que el plomo excedió el ECA en 05 estaciones de monitoreo, siendo el punto RGR con la concentración más alta de este metal (0.246 mg/L), habiendo excedido en 392% al ECA.

García (2019) con la investigación “Contaminación del agua por metales pesados As, B, Cu, Pb, Cd y CN en las cuencas de los ríos Tambo, Quilca, Camaná y Ocoña de la Región Arequipa”, evaluó la contaminación del agua por metales pesados.

Los **resultados** fueron que los ríos de la faja litoral, están impactados por metales pesados. La más alta afectación lo distinguimos en: río Tambo (Arsénico 0.2034 mg/L, Boro 7.9000 mg/L) excedió los ECA. El río Quilca (Boro 6.750 mg/L, Plomo 0.107 mg/L y Cadmio 0.019 mg/L) excediendo los ECA. El río Camaná (Plomo 0.050 mg/L) excedió al ECA. El río Ocoña (Boro 1.000 mg/L) excedió los ECA. El cauce que conduce agua a Mollendo tiene un elevado nivel de Boro, Arsénico y Plomo, superado los ECA (García, 2019).

Ascurra (2019) con la investigación “Aplicación de un modelo dinámico para determinar la contaminación y remoción de metales pesados del río Moche – Valle Santa Catalina”, aplicó un modelo dinámico para determinar la afectación por metales pesados en el río Moche del valle Santa Catalina en un horizonte de 20 años.

Los **resultados** demuestran que al estudiar la data de años anteriores se logró deducir un comportamiento decreciente de la concentración promedio de metales pesados en el tiempo y un aumento considerable en los niveles, de dichos metales en la cuenca media del río Moche.

2.2.2. Antecedentes internacionales

Instituto Tecnológico Geo Minero de España (2004) indica que la minería es la actividad industrial básica dedicada a la extracción de geo recursos para el suministro de materias primas a la población, es necesario reconocer la dependencia de la población hacia los metales, y admitir su beneficio en la calidad de vida de los humanos.

Moreno et al (2007), investigó sobre “Procesos de atenuación natural en ríos afectados por efluentes ácidos en la Cuenca del Bierzo”.

El **objetivo** fue determinar la calidad de las aguas superficiales que discurren por el cuerpo de agua, a través de la caracterización de los drenajes de estructuras mineras y excavaciones de obra viaria, se ha estudiado su evolución aguas abajo de los puntos de descarga. Entre los principales procesos de atenuación de drenajes ácidos que se han observado tenemos: dilución por mezcla con aguas limpias, oxidación e hidrólisis de metales disueltos, reducción anaerobia del sulfato y, precipitación de minerales secundarios y sorción de elementos traza.

Sánchez et al (2005), investigó sobre “Geoquímica y mineralogía de AMD en la Faja Pirítica Ibérica (España)”.

El objetivo fue investigar sobre los resultados del proyecto, y analizar sus efectos de los residuos en la cuenca Odiel.

Contreras et al (2020), investigó sobre “Determinación de metales pesados en aguas y sedimentos del río Haina” y realizó la publicación en la revista “Ciencia y sociedad”.

El **objetivo** fue investigar el nivel de metales pesados en el agua y los sedimentos del cuerpo de agua, en las cercanías de Santo Domingo.

En las **técnicas de recolección**, se tomaron frascos con agua y sedimentos en 9 estaciones de monitoreo en Muroguayabo y el término del río Haina. La investigación se realizó en un año, en el lapso de tiempo de octubre del 2002 y septiembre del 2003. Los metales investigados fueron Cobre, Cadmio, Níquel, Hierro, Zinc, Plomo, Cromo y Arsénico.

Los **resultados** indicaron altas concentraciones de metales pesados, los cuales fueron hallados en sedimentos del Río Haina. En las aguas, las concentraciones de Hierro y Cobre estaban ubicadas dentro de los ECA.

2.3. Bases teóricas

Contaminación hídrica por metales pesados en la cuenca alta del Río Moche

Con la finalidad de mitigar el impacto ambiental en la calidad del agua, el estado peruano ha establecido un marco legal ambiental, el cual contempla al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, a través del cual se aprueba los ECA para agua, y se establecen los parámetros y concentraciones máximas para conservar el medio acuático de los impactos producidos por la mala gestión del recurso hídrico.

La minería es una actividad industrial que utiliza grandes volúmenes de agua para el funcionamiento de sus operaciones y, por otro, se generan grandes volúmenes de efluentes. Como consecuencia, en todos los proyectos mineros se debe planificar el correcto tratamiento de los efluentes, y establecer las medidas de control para evitar la afectación de las aguas, en las etapas de operación y cierre.

El vertimiento de los DAM, que proceden de los componentes mineros en operación o en abandono, puede generar que el medio acuático se degrade, lo cual impide el uso de esta fuente de agua para consumo humano, pues, aumenta la concentración de metales al incrementarse su solubilidad (Aduvire, 2006).

El desarrollo de actividades mineras ilegales, ubicadas en Salpo y Milluachaqui, así como los PAM de Salpo, inventariados por el MEM, vierte DAM sin tratamiento, relaves del beneficio de mineral en pozas artesanales de cianuración, desmonte producto de la explotación del mineral, los cuales son

acopiados sobre terreno superficial, en la época de lluvias los sedimentos son arrastrados por el agua hasta llegar a la quebrada Blanca, impactando después al río Chachacap, el cual es afluente del río Moche (GORE, 2020).

Gobierno Regional de La Libertad (2020) elaboró el “**Informe de estimación del riesgo por peligro inminente ante contaminación de las aguas superficiales del Río Moche**”, donde se hace referencia a los daños a la salud que pueden generar los metales pesados:

- Zinc: Produce calambres estomacales, náuseas y vómitos.
- Plomo: Se acumula con el paso del tiempo en los órganos, tejidos, huesos y dientes.
- Manganeso: Puede causar problemas en el sistema nervioso, bronquitis y embolia de los pulmones.
- Hierro: Puede generar envenenamiento, debido a su fácil adsorción en el tracto gastrointestinal.
- Cadmio: Puede transportarse en la sangre y concentrarse en el riñón e hígado.
- Cobre: Puede causar pérdida de fuerza, vómitos, diarrea o cirrosis al hígado.
- Aluminio: Daño al sistema nervioso central, demencia, pérdida de la memoria, apatía y temblores severos.

El río Moche cuenta con 32 estaciones de monitoreo desde la cabecera hasta su vertido en el Océano Pacífico, según informó el Centro de Operaciones de Emergencia Regional - La Libertad, los cuales son monitoreados por la Autoridad Administrativa del Agua Huarmey-Chicama (AAA) con el apoyo de la Autoridad Local del Agua Moche Virú Chao (ALA). En estas estaciones frecuentemente se realizan análisis del agua cuyos resultados de metales pesados, sulfatos, coliformes termotolerantes y pH están fuera de los valores establecidos por el ECA agua, lo cual demuestra que esta fuente de agua puede afectar tanto al consumo humano como a las tierras de cultivo y al ganado (COEN, 2021).

Pasivos Ambientales Mineros

Aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, abandonadas o inactivas a la fecha de vigencia de la Ley, y que constituyen un riesgo constante y potencial para la salud de los seres humanos, el ecosistema circundante y la propiedad (Art. 2º, Ley N° 28271).

Los encargados de remediar los PAM deben realizar análisis y proyectos correspondientes para controlar, mitigar y eliminar, en lo posible, los riesgos y efectos contaminantes y perjudiciales al ser humano y al ecosistema en general (Art. 6, Ley 28271).

Por el crecimiento de la minería informal, algunos PAM actualmente han sido reaperturados sin ejecutar controles ambientales, agravando de esta manera la contaminación de los componentes ambientales.

Cuenca hidrográfica

La cuenca hidrográfica es el área o ámbito geográfico, delimitado por el “divortium aquarum”, donde ocurre el ciclo hidrológico; asimismo es un sistema complejo, abierto, cuyos elementos biológicos, sociales y económicos se encuentran en estrecha interrelación (Vásquez, 2000, p.24).

Desde el inicio hasta el final de una cuenca hidrográfica, se pueden presentar diversos problemas como deforestación, extinción de la vida silvestre, sobrepastoreo, formación de cárcavas, precarismo, cultivo en zonas aptas, rápida sedimentación de embalses, erosión hídrica, problemas de inundación, déficit de agua, deslizamientos y contaminación ambiental. Estos problemas generan un déficit de tierras aptas para la agricultura, disponibilidad de agua apta para consumo humano, habitabilidad de pobladores, reduce la capacidad industrial y afecta el valor de las áreas turísticas (ver figura 2).

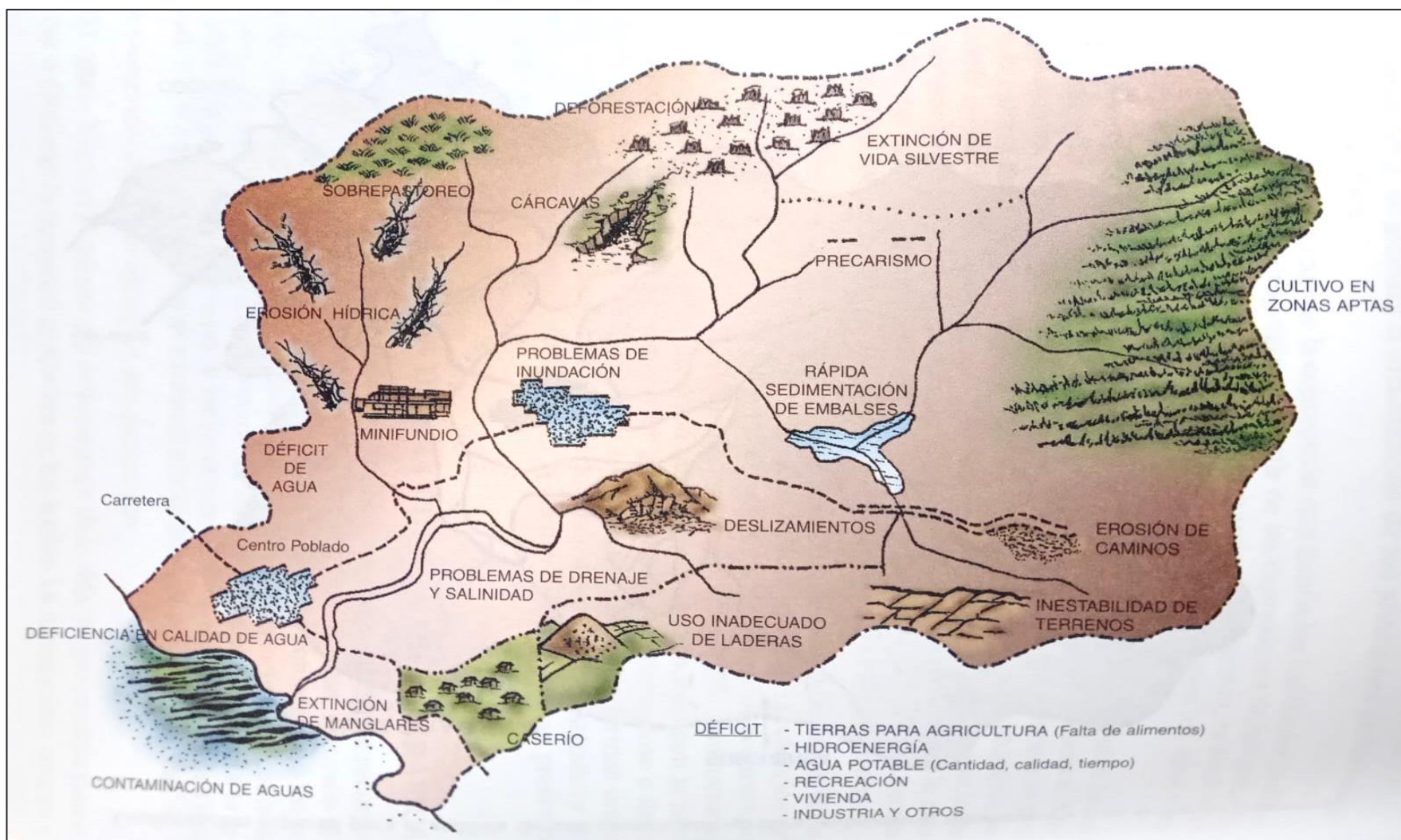


Figura 2. Identificación de problemas principales en una cuenca hidrográfica típica.

Nota. Adaptado de *Manejo de cuencas Altoandinas*, por A. Vásquez (p.28), 2000, Universidad Agraria La Molina.

En la parte alta de las cuencas hidrográficas de nuestro país, uno de los problemas más notorios es la contaminación hídrica por metales pesados, como consecuencia del incorrecto manejo de aspectos ambientales generados por determinadas actividades mineras.

Actividad Minera en el País

Osinergmin (2017), indicó que la actividad minera dirige su inversión a la exploración, explotación, infraestructura, equipamiento de planta, equipamiento minero, preparación de mina y otros gastos, tales como aspectos ambientales e inversiones sociales.

El manejo de los aspectos ambientales en minería involucra actividades de manejo de agua, monitoreo ambiental, revegetación, manejo de residuos sólidos y cierre de minas.

Durante el año 2008 al 2015, se observó mayores niveles de inversión, agilizando la economía peruana. Cabe resaltar que el trabajo en minería es riesgoso por el uso de materiales peligrosos, equipos de carga pesada, trabajo subterráneo y vías de tránsito estrechas, por lo cual es necesario establecer lineamientos de seguridad y ambientales.

Drenajes ácidos de mina

Los DAM además de poseer una alta acidez poseen STS, sulfatos y metales. Estos parámetros en elevados niveles son perjudiciales para la vida acuática, impactan el cuerpo de agua y pueden afectar la infraestructura. A causa del elevado costo del tratamiento en plantas industriales, es necesario una nueva alternativa de solución (Aduvire, 2006).

En 1968, White agrupa los DAM en 6 categorías en base a su pH, los cuales se indican en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Clasificación de aguas residuales por valor de pH.

Clase	pH
Altamente ácidas	1.5 – 4.5
Blandas, ligeramente ácidas	5.0 – 7.0
Duras, neutras a alcalinas	7.0 – 8.5
Blandas, alcalinas	7.5 – 11
Muy salinas	6.0 – 9.0
Blandas ácidas	3.5 – 5.5

Fuente. Adaptado de *Drenaje ácido de mina. Generación y tratamiento* (p.2), por O. Aduvire, 2006.

El DAM es producto de la reacción de piritita, pirrotita, marcasita, entre otros sulfuros minerales, en contacto con el agua y el oxígeno del aire:

Sulfuro mineral + Oxígeno + Agua = Sulfato + Acidez + Metal

Asimismo, otros oxidantes como hierro férrico pueden reemplazar al oxígeno del aire en la reacción y en algunos casos al oxígeno del agua:

Sulfuro mineral + Hierro férrico + Agua = Sulfato + Acidez + Metal

Un caso distinto son los drenajes alcalinos de mina (LMD), pues son el resultado de la dilución de óxidos, hidróxidos y silicatos minerales:

Oxido/ hidróxido mineral + Agua = Alcalinidad + Metal

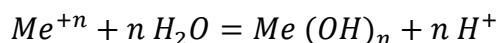
Silicato mineral + Agua = Alcalinidad + Metal + Sílice acuosa

Acidez en drenajes de mina

Durante la explotación de determinados yacimientos quedan expuestos a la meteorización grandes cantidades de minerales sulfurosos que pueden generar

drenajes ácidos, lo cual se produce a través de cantidades suficientes de agua, oxígeno y la acción catalizadora de bacterias. (Aduvire, 2006, p.4)

Acidez metálica: La acidez total representa la cantidad de iones hidrógenos libres (quienes determinan el potencial de hidrógeno), más los hidrogeniones que se pueden producir por oxidación e hidrólisis de los metales que posee la muestra de agua y que se comprenden de la siguiente manera (Aduvire, 2006, p.51):



Acidez protónica: Los minerales de forma MS₂ se meteorizan y desata una cantidad considerable de acidez protónica. Los minerales de fórmula FeS₂, como la marcasita y la pirita, son casi los únicos que presentan la fórmula MS₂ en la naturaleza. Es fundamental recordar que los granos gruesos son poco reactivos, mientras que los granos más finos son los de marcasita y pirita, los cuales son las más potentes fuentes de acidez. (Aduvire, 2006, p.52)

Estándar de calidad ambiental (ECA):

“Es la medida que determina el nivel de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los componentes ambientales en su estado del cuerpo receptor; no significa un peligro considerable para el ambiente ni para la salud de las personas. La concentración o el grado puede ser expresado en rangos máximos y mínimos, dependiendo del parámetro en cuestión.”. (Ley General del Ambiente, 2005)

A través del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, se aprobó la última modificación de los Estándares de Calidad Ambiental de Agua, donde se precisaron diversas categorías según el tipo de uso de agua.

Riesgo ambiental:

“La probabilidad de que un peligro tenga un impacto directo o indirecto en el medio ambiente y su diversidad biológica, en un lugar y tiempo determinado, puede ser de origen natural o antropogénico”. (Ministerio del Ambiente, 2009, p.13)

Metales pesados:

“En concentraciones bajas, los metales que tienen una densidad superior a 4 g/cm³ y un peso atómico superior a 20, se consideran tóxicos. El aluminio (Al), el bario (Ba), el berilio (Be), el cobalto (Co), el cobre (Cu), el estaño (Sn), el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el cadmio (Cd), el mercurio (Hg), el plomo (Pb), el arsénico (As), el cromo (Cr), el molibdeno (Mo), el selenio (Se), el talio (Tl), el vanadio (Va), el oro (Au). Por lo general, no afectan las diversas formas de vida, ya que se encuentran naturalmente en el ambiente en concentraciones. Los metales pesados pueden ser disueltos por medio de agentes físicos y químicos, pero no pueden ser destruidos o degradados. Los complejos solubles se transportan y se distribuyen en los ecosistemas hasta que se integran en la cadena trófica (suelo, agua, plantas, semillas y forrajes), especialmente los que se originan de zonas degradadas”. (Londoño, 2016, p.03)

Propiedades químicas del agua:

“El agua es el solvente universal, puesto que todas las sustancias de una u otra manera son solubles en ella; entre las propiedades químicas se encuentra: reactividad, pH, dureza, entre otros”. (Ortiz, 2015, p.10)

Propiedades físicas del agua:

“La única sustancia que se puede encontrar naturalmente en la Tierra en los tres estados de la materia (líquido, sólido y gaseoso) es el agua. Entre las características físicas del agua encontramos densidad, color, sabor, calor específico, entre otros”. (Ortiz, 2015, p.08)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

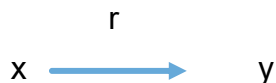
La metodología de la investigación presentó tres etapas:

- La etapa de gabinete y búsqueda de información.
- La etapa de campo donde se ejecutaron monitoreos.
- La etapa de procesamiento de información.

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de investigación es aplicada, pues está orientada a resolver problemas (Sampieri, 2010).

El diseño de la investigación es correlacional.



Donde:

x = Pasivos ambientales mineros

y = Contaminación hídrica

r = Influencia de los pasivos ambientales mineros en la contaminación hídrica.

3.2. Hipótesis y Variables

3.2.1. Hipótesis general

La presencia de metales pesados en la calidad de agua de la cuenca alta del Río Moche, ocasionado por los pasivos ambientales mineros ha generado contaminación hídrica, pues las concentraciones de los metales superan los ECA (D.S. N° 004-2017-MINAM).

3.2.2. Hipótesis específicas

- El impacto ambiental generado en el agua, a consecuencia de los drenajes ácidos de los pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Río Moche, afecta el ecosistema acuático, los sembríos que son regados con estos cuerpos de agua y la salud de la población más vulnerable.
- La tecnología más adecuada en el tratamiento de drenajes ácidos de mina en la cuenca alta del río Moche es el sistema de tratamiento pasivo.

3.2.3. Identificación de variables

3.2.3.1. Variable dependiente.

Contaminación hídrica

3.2.3.2. Variable independiente.

Pasivos ambientales mineros.

3.2.4. Operacionalización de variables

Cuadro 2. Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALORIZACIÓN
Contaminación hídrica	Es la presencia de compuestos químicos, principalmente de la concentración de metales pesados, en cantidades que exceden los estándares de calidad de agua (ECA).	Indicador 1: Nivel de concentración de metales pesados en agua (ECA Categoría 3 D.S. N° 004-2017-MINAM).	Reporte de monitoreo de calidad de agua de ANA. Uso de multiparámetro como instrumento para el monitoreo de la calidad de agua, en base al ECA Categoría 3 (D.S. N° 004-2017-MINAM).	Cuantificación de la concentración de metales pesados. Cumplimiento de ECA de agua.
Pasivos ambientales mineros	Son los depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, abandonados o inactivas que	Indicador 2: Cantidad de pasivos ambientales mineros.	Inventario de pasivos ambientales mineros	Estado de los pasivos ambientales mineros (R.M. N° 510-2023-MINEM/DM) en la cuenca alta del Río Moche.

constituyen un
riesgo potencial
para la población y
el ecosistema
circundante.

3.2.5. Matriz de consistencia

Cuadro 3. Matriz de Consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOLOGÍA
<u>PRINCIPAL</u>	<u>OBJETIVO</u>	<u>HIPÓTESIS GENERAL</u>	<u>Variable</u>	<u>Indicador 1:</u>	• Recopilación de información en gabinete y campo. • Análisis y monitoreo de agua. • Interpretación y procesamiento de datos recopilados. • Elaboración de informe final.
¿Cuál es el grado de contaminación hídrica por metales pesados en la cuenca alta del Río Moche por pasivos ambientales mineros?	<u>GENERAL</u> Evaluar el grado de contaminación hídrica en relación a la presencia de metales pesados en la cuenca alta del Río Moche, a causa de los pasivos ambientales mineros.	La presencia de metales pesados en la calidad de agua de la cuenca alta del Río Moche, ocasionado por los pasivos ambientales mineros ha generado contaminación hídrica, pues las concentraciones de los metales exceden los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM).	<u>Dependiente:</u> Contaminación hídrica.	Nivel de concentración de metales pesados en agua (ECA Categoría 3 D.S. N° 004-2017-MINAM).	

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOLOGÍA
<u>ESPECÍFICOS</u>	<u>OBJETIVOS</u> <u>ESPECÍFICOS</u>	<u>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</u>	<u>Variable</u> <u>Independiente:</u>	<u>Indicador 2:</u>	
P 1: ¿Cuál es el impacto ambiental en la calidad de agua por la contaminación hídrica por pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Rio Moche	A. Determinar si existe impacto ambiental en la calidad de agua de la cuenca alta del Rio Moche por la presencia de pasivos ambientales mineros.	El impacto ambiental generado en el agua, a consecuencia de los drenajes ácidos de los pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Rio Moche, afecta el ecosistema acuático, los sembríos que son regados con estos cuerpos de agua y la salud de la población más vulnerable.	Pasivos ambientales minero.	Cantidad de pasivos ambientales mineros.	
P 2: ¿Qué sistema de tratamiento pasivo es el más adecuado en el tratamiento de drenajes ácidos de mina en la zona impactada por pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Rio Moche?	B. Identificar qué sistema de tratamiento pasivo es el más adecuado en el tratamiento de drenajes ácidos de mina en la zona impactada por	La tecnología más adecuada en el tratamiento de drenajes ácidos de mina en la cuenca alta del río Moche			

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOLOGÍA
	pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Rio Moche.	es el sistema de tratamiento pasivo.			

3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis es la muestra de agua recolectada de la cuenca alta del Río Moche, donde se analizó la concentración de metales pesados.

3.4. Población de Estudio

La población de estudio son los afluentes (tributarios) de la cuenca alta del Río Moche, ubicados en el caserío de Milluachaqui en el distrito de Salpo (ver la Figura 1), donde se tomó las muestras de agua y se analizó metales, los resultados se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECA) - Categoría 3, publicados a través del D.S. N° 004-2017-MINAM.

3.5. Tamaño de Muestra

Los datos obtenidos del monitoreo de calidad de agua son de las estaciones PS-01, PS-02, PS-03 y PS-04, asimismo se consideraron las estaciones QADu1, RChan1 y RMoch12 de los monitoreos anuales de la ANA. Los puntos de monitoreo están ubicados aguas arriba, en la zona cercana al vertimiento y aguas abajo de los PAM identificados como ID 846, 13113 y 13114, los cuáles son mencionados en el Cuadro 4. Listado de PAM de la cuenca alta del Río Moche.

Cuadro 4. Listado de PAM de la Cuenca Alta del Río Moche.

ID	EUM	TIPO	SUBTIPO	CUENCA	REGIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	ESTE	NORTE	GENERADOR
846	SALPO (ÁREA MINERA)	RESIDUO MINERO	RELAVES	MOCHE	LA LIBERTAD	OTUZCO	SALPO	765775	9115370	NO IDENTIFICADO
13113	SALPO (ÁREA MINERA)	RESIDUO MINERO	RELAVES	MOCHE	LA LIBERTAD	OTUZCO	SALPO	765482	9115363	NO IDENTIFICADO
13114	SALPO (ÁREA MINERA)	LABOR MINERA	BOCAMINA	MOCHE	LA LIBERTAD	OTUZCO	SALPO	765540	9115501	NO IDENTIFICADO

3.6. Técnicas de recolección de datos

3.6.1. *Observacional*

Se realizó visitas de campo en la zona de investigación, donde se observó los pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Río Moche.

3.6.2. *Muestreo en campo*

Se utilizó la técnica de **monitoreo de calidad de agua (ver figura 3 y figura 4) y análisis de laboratorio**; donde se recolectó una muestra de agua siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales aprobado por Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, donde se establece que los puntos de control (aguas arriba y aguas abajo) se ubican fuera de la zona de mezcla.

Los parámetros fisicoquímicos verificados en campo fueron conductividad, potencial de hidrógeno, sólidos totales, sólidos disueltos y temperatura.



Figura 3. Monitoreo de Agua en el Punto PS-01.



Figura 4. Medición de parámetros fisicoquímicos con el multiparámetro PCTS Testr 50 marca OAKTON en el punto PS-01.

En la visita de campo, se identificó que en la ubicación de los pasivos ambientales mineros identificados con ID 13113, ID 13114 e ID 846 (**ver figura 5 y 6**), actualmente se encuentra realizando actividades extractivas polimetálicas por pequeños mineros, que aún no aplican medidas de manejo ambiental sobre el proceso extractivo.



Figura 5. Ubicación de los Pasivos Ambientales Mineros ID 13113, ID 13114 e ID 846 en Campo.



Figura 6. Zona de Emplazamiento de los Pasivos Ambientales Mineros ID 13113, ID 13114 e ID 846 en Campo.

Los parámetros metales totales y metales disueltos de las muestras de agua fueron analizados por un laboratorio autorizado por el INACAL.

A través de la técnica de **revisión de documentos**, se revisó los monitoreos anuales de la Autoridad Nacional del Agua, a partir de cuyos resultados se elaboró un cuadro comparativo.

3.6.3. Instrumentos de la investigación

Los instrumentos utilizados fueron:

- Reportes de monitoreo de calidad de agua de la Autoridad Nacional del Agua.
- Equipos para monitoreo de calidad de agua.
- Software para verificación de información en campo y gabinete.

3.7. Análisis e Interpretación de la Información

Los datos obtenidos, tanto en campo como en gabinete se compararon con los Estándar de Calidad Ambiental para agua categoría 3, a través del análisis de los resultados se brindará conclusiones sobre la condición actual del cuerpo de agua, y también se recomendará medidas para minimizar los impactos ambientales generados por los pasivos ambientales mineros; cuyos impactos influyen negativamente en la salud de las personas de las comunidades aledañas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados

El boletín N° 17. Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa (1967) indica que:

En el límite de los cuadrángulos de Otuzco y Salaverry, la región de Salpo y Milluachaqui ha sido una importante fuente de minerales de plata y oro **(ver figura 7)**. Tres vetas ubicadas en las cercanías del pueblo de Salpo han sido utilizadas con gran intensidad en diversas épocas, hasta que en 1948 fueron abandonadas debido a su agotamiento.

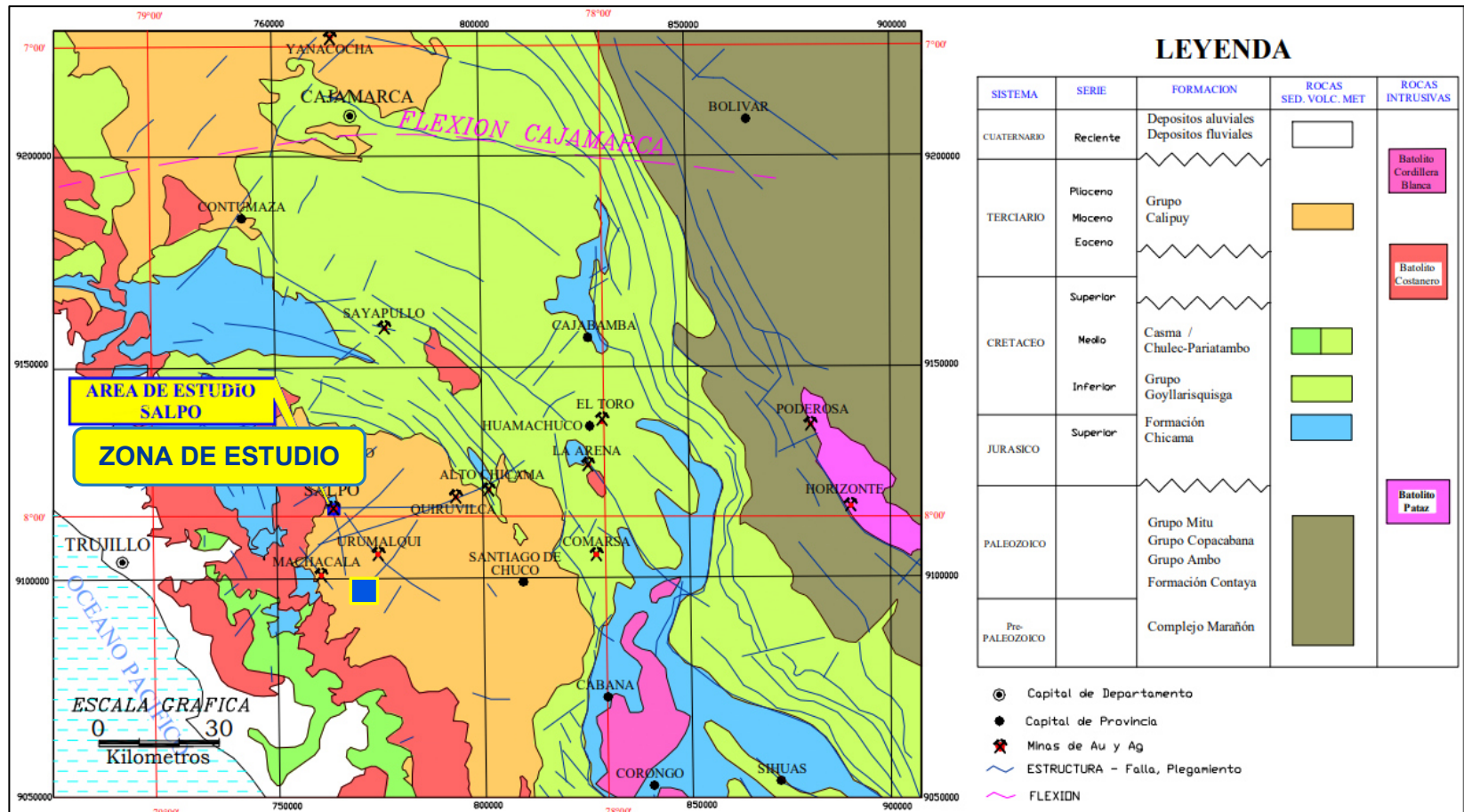


Figura 7. Mapa Geológico Regional.

Nota. Adaptado de “Geología y exploración del yacimiento de Salpo, Otuzco, La Libertad” (p.20), por F. Sáez, 2005.

La movilidad de los elementos inicia con la presencia de rocas, minerales y minerales procesados. Las rocas madre y las rocas huésped pueden tener una amplia gama de composición y mineralogía, desde rocas silíceas hasta rocas ígneas ultramáficas y desde rocas calizas hasta rocas sedimentarias. Las rocas metamórficas se forman a partir de rocas ígneas o sedimentarias. Las asociaciones de elementos conocidos con los principales tipos de rocas son útiles; por ejemplo, las concentraciones de Co, Ni, Cr, Mg y Fe son más altas en rocas máficas a ultramáficas. La geología no solo proporciona la fuente petrológica de elementos traza, sino también proporciona el marco físico para la circulación de agua. Las reacciones agua-minerales y la movilidad de los elementos son favorecidas por las características estructurales de las rocas, como la porosidad y las fracturas permeables.

En Salpo, hay presencia de mineros artesanales, cuya extracción de mineral, es de forma manual a través de bocaminas y procesamiento a través de pozas de tratamiento, este proceso está exento de controles ambientales, generando contaminación ambiental en el ecosistema.

4.1.1. Estaciones de monitoreo de calidad de agua

4.1.1.1. Estaciones de la Autoridad Nacional de Agua.

Cerca a los pasivos ambientales, identificados con ID 846, 13113 y 13114, se encuentra la quebrada Agua Dulce, la cual es la estación de monitoreo QADul1 de la ANA, donde realiza monitoreos con frecuencia anual, durante el 2019, 2020 y 2022.

Aguas arriba de los pasivos ambientales de la zona Milluachaqui, se encuentra la estación de monitoreo de la Autoridad Nacional de Agua, denominada RChan1, la cual está ubicada sobre el Río Chanchacap.

En base a los resultados de los muestreos de agua emitidos por la Autoridad Nacional del Agua, se tiene el siguiente panorama:

Quebrada Agua Dulce

La estación QADul1, es una estación de monitoreo de calidad de agua de la Autoridad Nacional del Agua, afectada por los DAM, de labores abandonadas y activas ubicadas en el distrito de Salpo y el caserío de Milluachaqui, los cuales discurren sobre la Quebrada Agua Dulce; que es un afluente del Río Chanchacap.

Los resultados del monitoreo de cadmio en la estación QADul1 exceden los Estándares de Calidad Ambiental, el cual es un parámetro de interés en la investigación realizada.

Río Chanchacap

La estación RChan1, es una estación de monitoreo de calidad de agua de la Autoridad Nacional del Agua, ubicada en el Río Chanchacap, se encuentra aguas arriba de los pasivos ambientales mineros ID 846, 13113 y 13114, donde no hay presencia de impactos ambientales negativos en la calidad de agua por actividades extractivas. El Río Chanchacap es un afluente del Río Moche.

En el Cuadro 7, se puede observar que los resultados de los parámetros monitoreados en la estación RChan1, se encuentra dentro de los Estándares de Calidad de Agua (ECA).

Río Moche

La estación RMoch12, es una estación de monitoreo de calidad de agua de la Autoridad Nacional del Agua, se encuentra ubicado en el centro poblado de Samne, aguas arriba del vertimiento de los drenajes ácidos de la zona de estudio. Los resultados de los metales pesados Aluminio, Cadmio, Plomo, Cobalto, Cobre, Zinc, Hierro y Manganeseo, exceden el Estándar de Calidad de Agua, asimismo se registró el valor de pH extremadamente ácido.

4.1.1.2. Estaciones de monitoreos realizados en la visita de campo.

Durante la visita de campo a los pasivos mineros del distrito de Salpo, realizada el 18 de septiembre del 2022, se establecieron las siguientes estaciones de monitoreo:

Cuadro 5. Listado de Estaciones de Monitoreo de Agua.

Código	Detalle	Coordenadas Geográficas	
		Este	Norte
PS-01	<i>Aguas arriba</i> de la descarga de aguas ácidas de los pasivos mineros	0765103	9116074
PS-02	<i>En la zona de descarga</i> de aguas ácidas de los pasivos mineros. Coincide con QADul1.	0765291	9116295
PS-03	<i>Aguas abajo</i> de la descarga de aguas ácidas de los pasivos mineros	0765521	9116438
PS-04	<i>Aguas arriba</i> de la descarga de la Quebrada Agua Dulce al Río Chanchacap. Coincide con RChan1.	0768205	9116710

En la figura 8, se visualiza las estaciones de monitoreo realizadas en la Quebrada Agua Dulce, Río Chanchacap y Río Moche.

A través del equipo multiparámetro PCTS Testr 50 marca OAKTON, se tomaron in situ los datos de campo (temperatura, conductividad, pH y sólidos totales disueltos), asimismo se tomaron muestras de agua en frascos esterilizados para analizar metales totales y metales disueltos en un laboratorio acreditado, obteniendo los siguientes resultados:

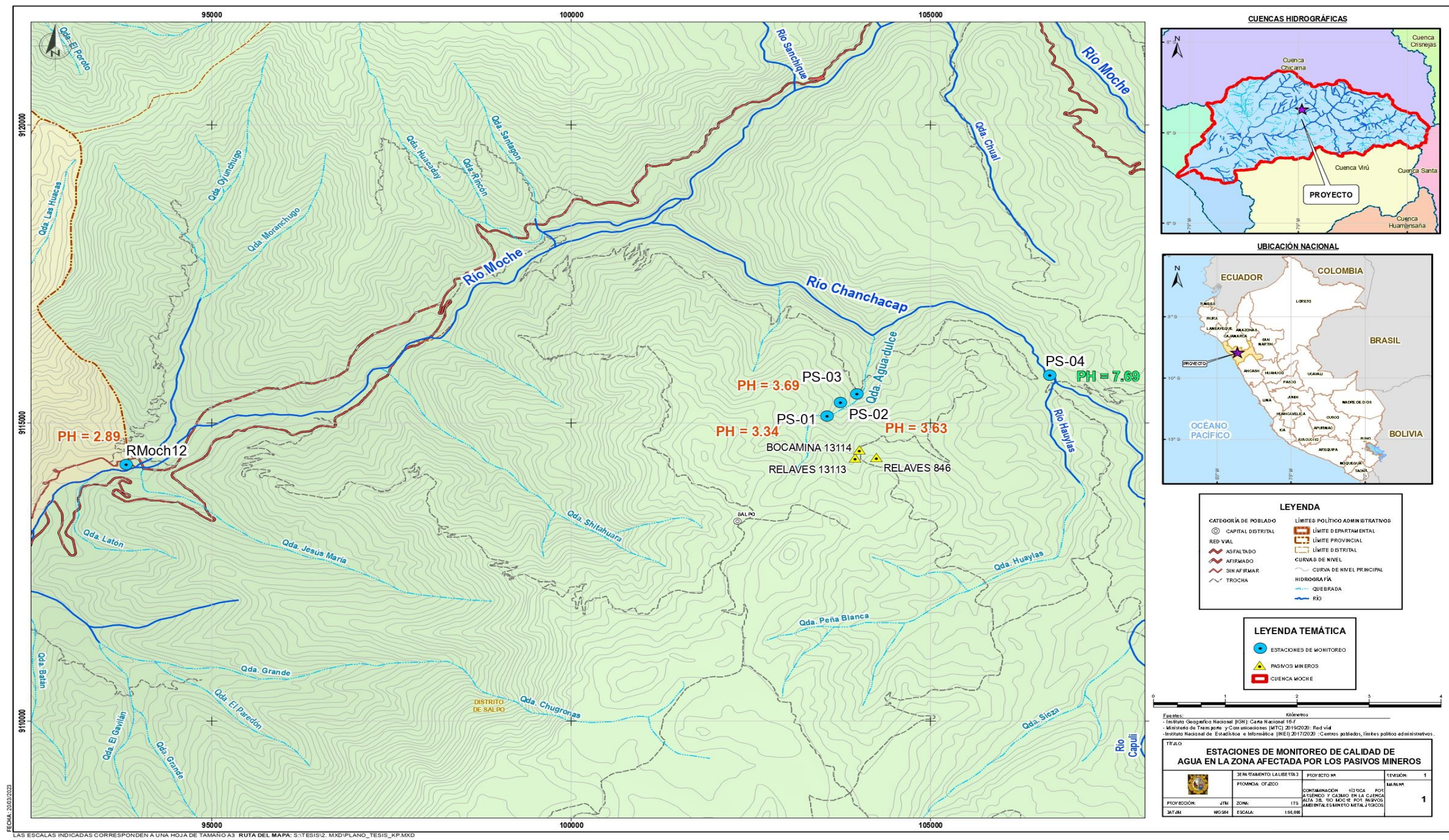


Figura 8. Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua.

Cuadro 6. Resultados de análisis de calidad de agua en las estaciones PS-01, PS-02. PS-03, PS-04 y RMoch12.

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA													
Departamento: La Libertad Provincia: Otuzco Distrito: Salpo Nombre del Cuerpo de Agua Ubicación de estación de monitoreo Fecha de monitoreo Hora de monitoreo				ESTACIONES DE MONITOREO									
				PS-04		PS-01		PS-02		PS-03		RMoch12	
				Río Chanchacap		Quebrada Agua Dulce		Quebrada Agua Dulce		Quebrada Agua Dulce		Río Moche	
				Aguas arriba del vertimiento Coincide con RChan1		Aguas arriba del vertimiento		En el punto de vertimiento Coincide con QADul1		Aguas abajo del vertimiento		Aguas abajo del vertimiento	
				18/09/2022		18/09/2022		18/09/2022		18/09/2022		11/10/2022	
				18:00		11:30		15:35		16:34		10:30	
PARÁMETROS	UNIDAD	Estándar de Calidad de Agua (ECA) Categ. 3		RESULTADOS DE MONITOREO									
		Vegetal	Animales										
FISICOS - QUIMICOS													
Conductividad	(µS/cm)	<=2500	<=5000	452		6.2		4.09		4.13		1414	
pH	Unidad de PH	6,5-8,5	6,5-8,4	7.69		3.34		3.63		3.69		2.89	
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	----	----	326		4.39		2.9		2.92		-	
Temperatura	°C	----	----	15.3		22.9		15.6		16.9		18.8	
INORGANICOS				Metales Totales	Metales Disueltos	Metales Totales	Metales Disueltos	Metales Totales	Metales Disueltos	Metales Totales	Metales Disueltos	Metales Totales	
Aluminio	mg/L	<=5	<=5	0.15	0.14	94.04	88.89	62.47	60.07	70.48	67.26	16.33	
Arsénico	mg/L	<=0.1	<=0.2	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	1.38	
Cadmio	mg/L	<=0.01	<=0.05	<0.0002	<0.00020	4.32	3.97	2.99	2.68	3.43	3.18	0.079	
Cobalto	mg/L	<=0.05	<=1	<0.002	<0.002	0.62	0.59	0.45	0.40	0.46	0.44	0.02	
Cobre	mg/L	<=0.2	<=0.5	0.02	0.02	43.86	42.24	28.83	27.73	31.58	30.64	8.97	
Hierro	mg/L	<=5	---	0.16	0.14	17.45	17.42	5.89	5.17	3.124	3.068	154.15	
Manganeso	mg/L	<=0.2	<=0.2	0.03	0.03	34.78	31.68	26.31	23.61	32.16	30.74	12.07	
Plomo	mg/L	<=0.05	<=0.05	<0.0010	<0.0010	0.77	0.70	0.83	0.71	1.26	1.21	0.05	
Zinc	mg/L	<=2	<=24	0.23	0.19	114.47	105.38	100.49	93.02	109.50	105.24	14.96	

■ Números de color rojo exceden los ECA.

Cuadro 7. Resultados de los monitoreos de calidad de agua, elaborados por la Autoridad Nacional del Agua.

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA												
Departamento: La Libertad Provincia: Otuzco Distrito: Salpo Nombre del Cuerpo de agua Ubicación de estación de monitoreo Fecha de monitoreo Hora de monitoreo				ESTACIONES DE MONITOREO								
				RChan1			QADul1			RMoch12		
				Rio Chanchacap			Quebrada Agua Dulce			Río Moche		
				Aguas arriba del vertimiento			Aguas abajo del vertimiento			Aguas abajo del vertimiento		
				18/06/2019	28/02/2020	11/10/2022	18/06/2019	28/02/2020	11/10/2022	18/06/2019	28/02/2020	11/10/2022
			15:00	12:30	10:30	15:00	12:30	10:30	15:00	12:30	10:30	
PARÁMETROS	UNIDAD	Estándar de Calidad de Agua (ECA) Categ. 3		RESULTADOS DE MONITOREO								
		Vegetal	Animales									
FISICO QUÍMICOS												
Conductividad	(µS/cm)	<=2500	<=5000	286.5	325.00	413.00	2.63	2.88	3.50	642.20	887.00	1414.00
pH	Unidad de pH	6,5-8,5	6,5-8,4	7.90	8.03	7.78	3.26	2.3	3.40	2.40	2.20	2.89
Temperatura	°C	----	----	12.430	16.00	12.90	20.69	14.28	11.20	19.70	20.30	18.80
INORGANICOS				Metales Totales								
Aluminio	mg/L	<=5	<=5	0.111	0.117	0.093	23.660	29.080	60.940	4.56	6.83	16.33
Arsénico	mg/L	<=0.1	<=0.2	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.005	0.22	0.38	1.38
Cadmio	mg/L	<=0.01	<=0.05	0.00001	0.004	0.002	2.147	1.508	3.108	0.05	0.05	0.079
Cobalto	mg/L	<=0.05	<=1	0.00001	0.0002	0.0003	0.159	0.216	0.396	0.01	0.01	0.023
Cobre	mg/L	<=0.2	<=0.5	0.0006	0.004	0.021	19.600	10.310	55.849	2.33	3.51	8.978
Hierro	mg/L	<=5	---	0.2993	0.239	0.076	0.468	11.970	1.795	22.43	37.11	154.15
Manganeso	mg/L	<=0.2	<=0.2	0.0518	0.083	0.035	9.318	14.840	33.818	6.03	7.31	12.07
Plomo	mg/L	<=0.05	<=0.05	0.0002	0.001	0.001	0.704	0.519	0.973	1.29	0.07	0.05
Zinc	mg/L	<=2	<=24	0.0100	0.047	0.268	94.350	180.000	731.576	7.57	9.98	14.96

■ Números de color rojo exceden los ECA.

En base a los resultados citados en el Cuadro 6 y el Cuadro 7, se realizaron gráficos, los cuales se compararon con los valores establecidos en el Estándar de Calidad de Agua (ECA) categoría 3 - D1 (riego de vegetales).

A través de los resultados de la Figura 9, se realizó la comparación entre el Estándar de Calidad de Agua y los resultados de las estaciones monitoreadas PS-01, PS-02, PS-03 y PS-04 y las estaciones monitoreadas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), RChan1, QADu1 y RMoch12.

Los valores de pH de la mayoría de estaciones presentan un pH muy ácido, a excepción del RChan1 y el PS-04, ubicados en el Río Chanchacap, cuyos valores están dentro del Estándar de Calidad de Agua categoría 3 - D1 (riego de vegetales).

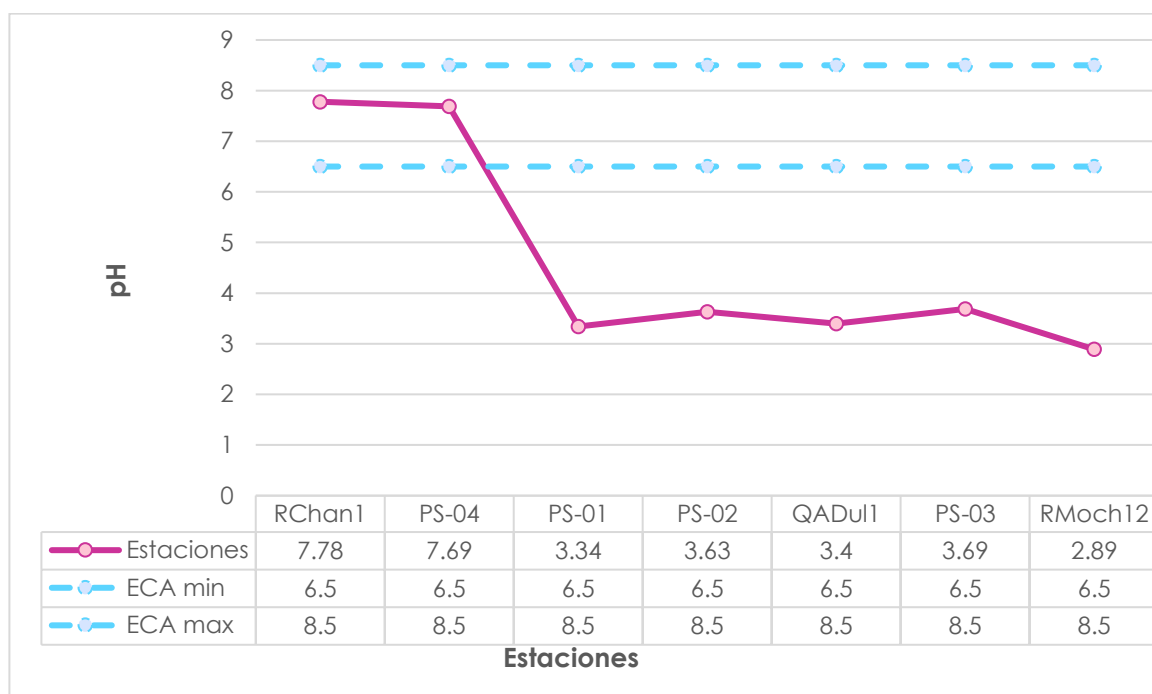


Figura 9. Valores de pH en las Estaciones de Monitoreo de Agua.

La Autoridad Nacional del Agua realiza muestreos participativos anuales en la cuenca del Río Moche, cuyas estaciones RChan1, QADu1 y RMoch12, están ubicadas cerca de la zona de estudio.

Durante los años 2019, 2020 y 2022, los resultados de pH de los puntos QADu1 y RMoch12, están fuera del rango del Estándar de Calidad de Agua, a diferencia del RChan1 (ver figura 10).

La alta acidez en el agua favorece que los metales pesados se disuelvan, los cuales van a estar presentes en los cuerpos de agua cuya trayectoria es cercana a los drenajes ácidos de mina.

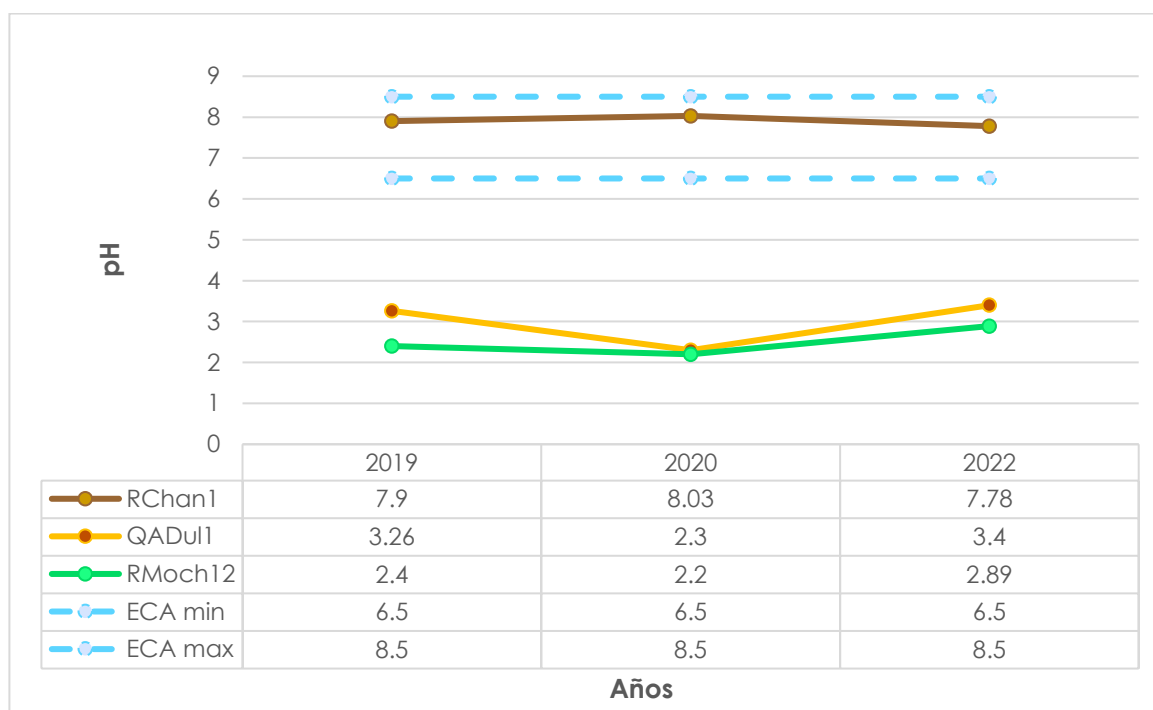


Figura 10. Valores de pH en los años 2019, 2020 y 2022.

En las siguientes gráficas, se analizó los valores de metales pesados en las estaciones monitoreadas en la presente investigación y las estaciones monitoreadas por la Autoridad Nacional del Agua.

Los metales pesados analizados en los monitoreos de calidad de agua fueron: Aluminio, Cadmio, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeseo, Plomo, Zinc y Arsénico. En la Figura 11, los resultados de aluminio en los puntos de monitoreo de agua, exceden en su mayoría al Estándar de Calidad de Agua. En PS-01, PS-02, QADul1 y PS-03, se encuentra en una corta distancia de los pasivos ambientales mineros. Asimismo, en la Figura 12, se observa un incremento del nivel de aluminio en el año 2022.

En la zona de la Quebrada Agua Dulce, se observa la alta concentración de aluminio en las estaciones monitoreadas cercanas a los pasivos ambientales mineros.

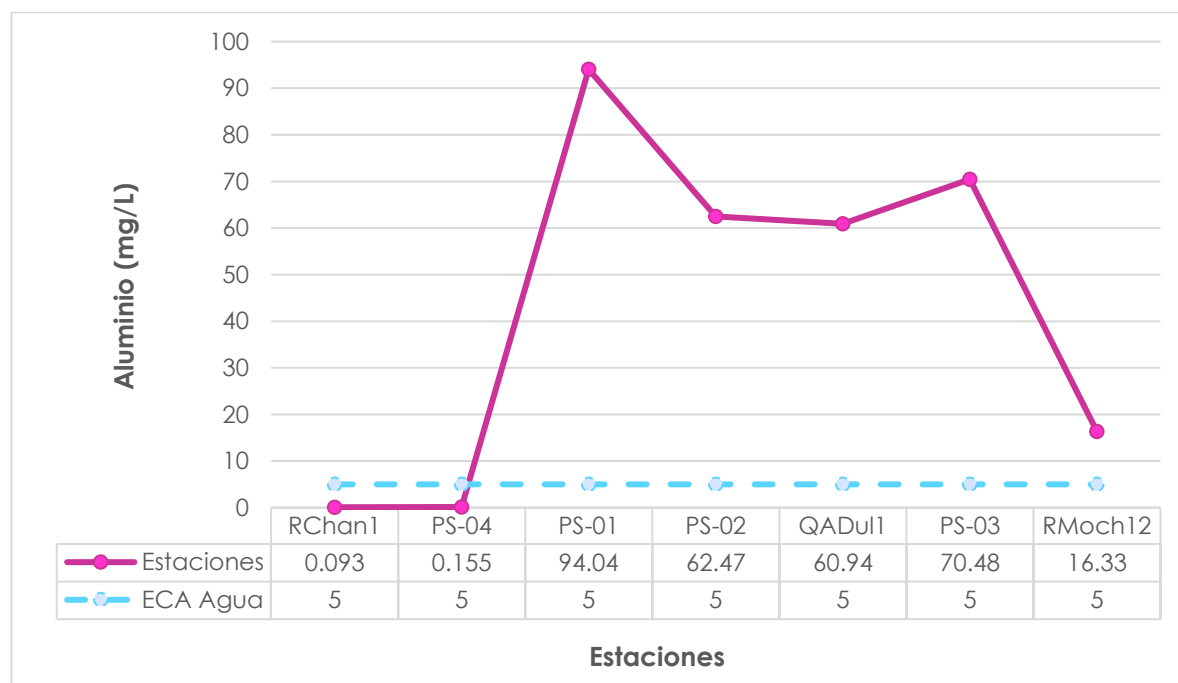


Figura 11. Valores de Aluminio en las Puntos de Monitoreo de Agua.

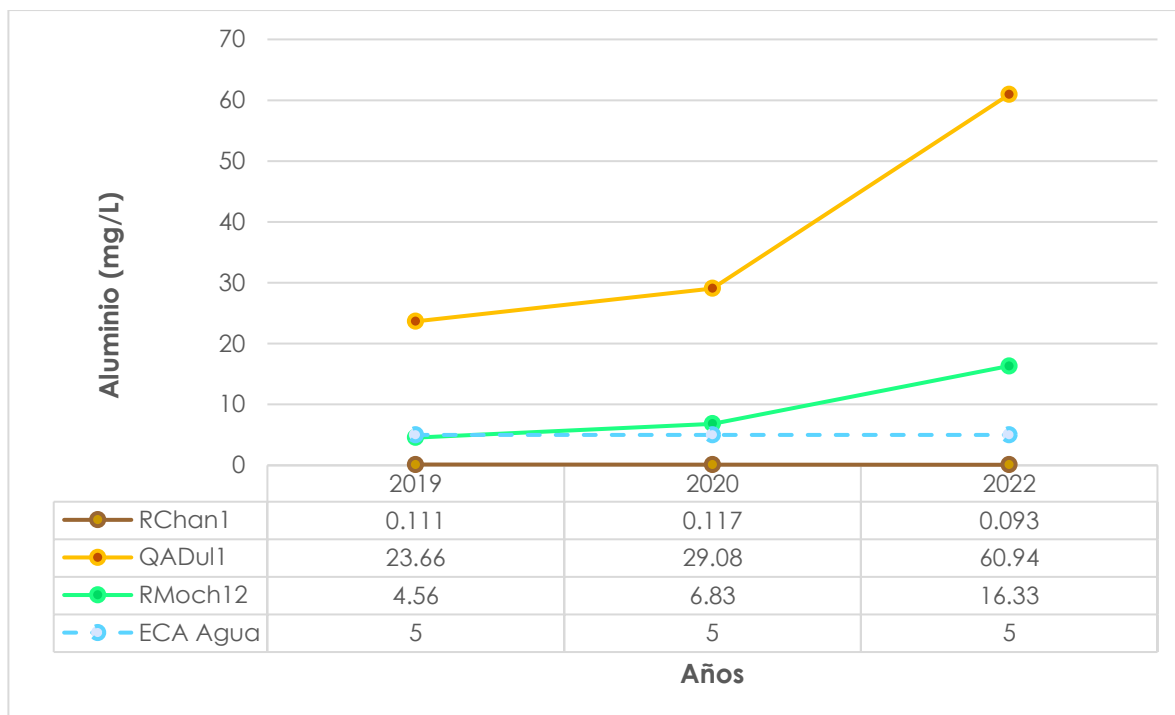


Figura 12. Valores de Aluminio en los años 2019, 2020 y 2022.

En el Figura 13, se realizó la comparación entre los valores de cadmio de los monitoreos y el Estándar de Calidad de Agua categoría 3, cuyo valor es 0.01 mg/L, donde la estación PS-01, PS-02, QADu1 y PS-03, exceden notoriamente los valores del ECA. Lo cual afirma el estado crítico de la Quebrada Agua Dulce, la cual alimenta al Río Chanchacap, afluente del Río Moche, ubicado en la cuenca alta.

En la Figura 14, se puede ver el incremento de la concentración de cadmio en el año 2022.

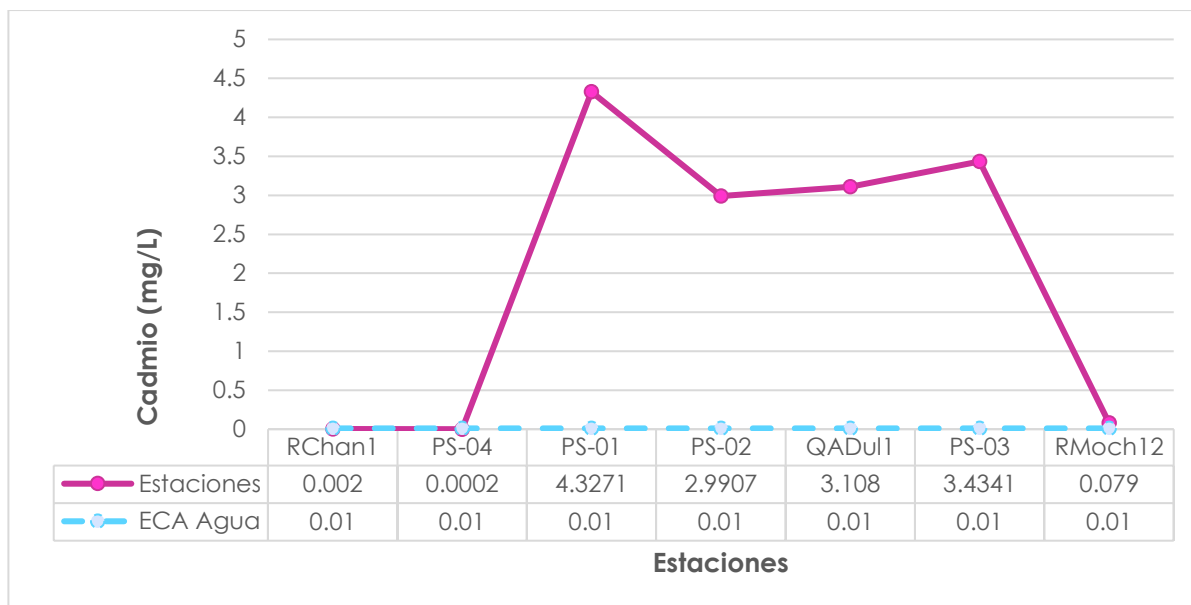


Figura 13. Valores de Cadmio en las Estaciones de Monitoreo de Agua.



Figura 14. Valores de cadmio en los años 2019, 2020 y 2022.

Según la Figura 15, los valores de cobalto de las estaciones PS-01, PS-02, QADu1 y PS-03, exceden el Estándar de Calidad de Agua en las estaciones ubicadas en la Quebrada Agua Dulce.

En la Figura 16, se puede ver el incremento de la concentración de cobalto en el año 2022.

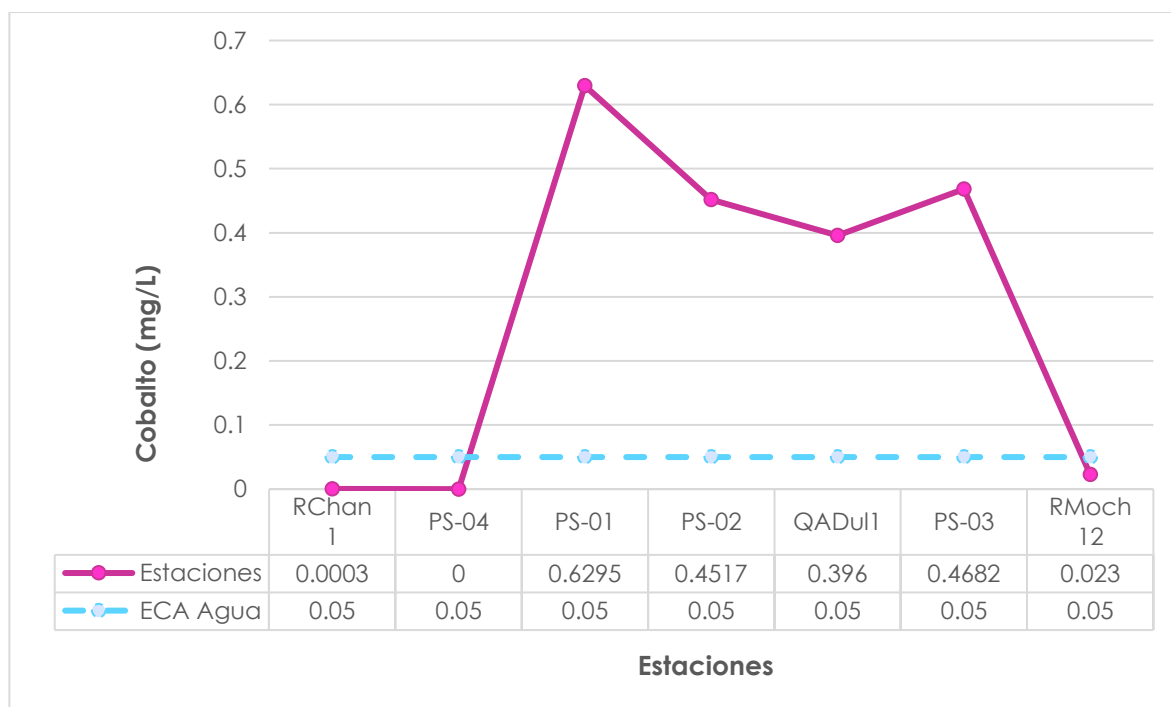


Figura 15. Valores de Cobalto en los Puntos de Monitoreo de Agua.

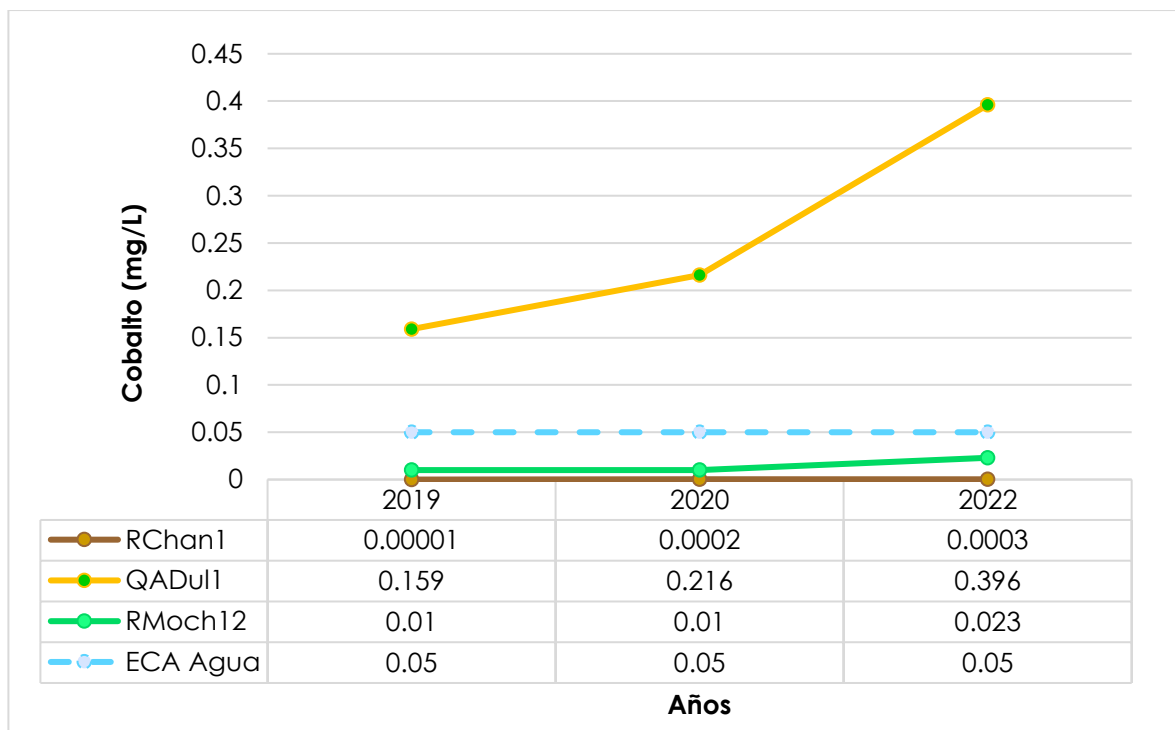


Figura 16. Valores de Cobalto en los años 2019, 2020 y 2022.

Según la Figura 17 y la Figura 18, los valores de cobre presentan valores que exceden el Estándar de Calidad de Agua, lo cual indica la presencia de agentes externos que incrementan el nivel de cobre en el cuerpo de agua.

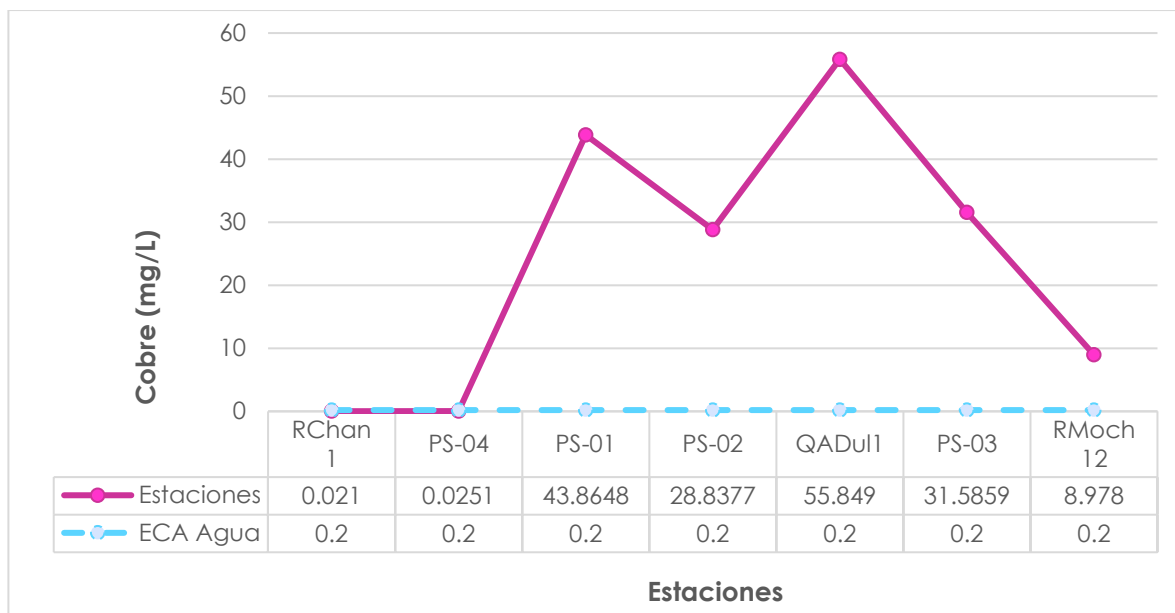


Figura 17. Valores de Cobre en las Estaciones de Monitoreo de Agua.

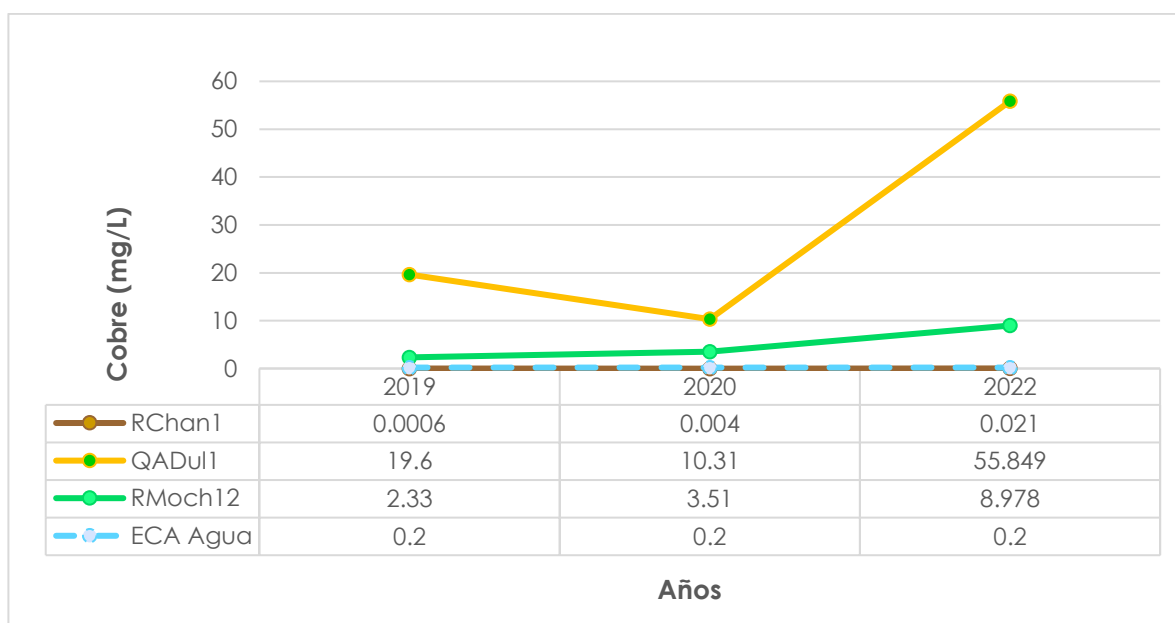


Figura 18. Valores de Cobre en los años 2019, 2020 y 2022

En la Figura 19, los valores de hierro exceden el Estándar de Calidad de Agua en los puntos de monitoreo PS-01, PS-02 y RMoch12.

Aguas arriba se identifica concentraciones dentro del Estándar de Calidad de Agua, pero en los siguientes tramos se observa presencia de drenajes ácidos que degradan la calidad de agua del Río Moche.

En la Figura 20, se puede observar el valor máximo de 154.15 mg/L de hierro en la estación RMoch12.

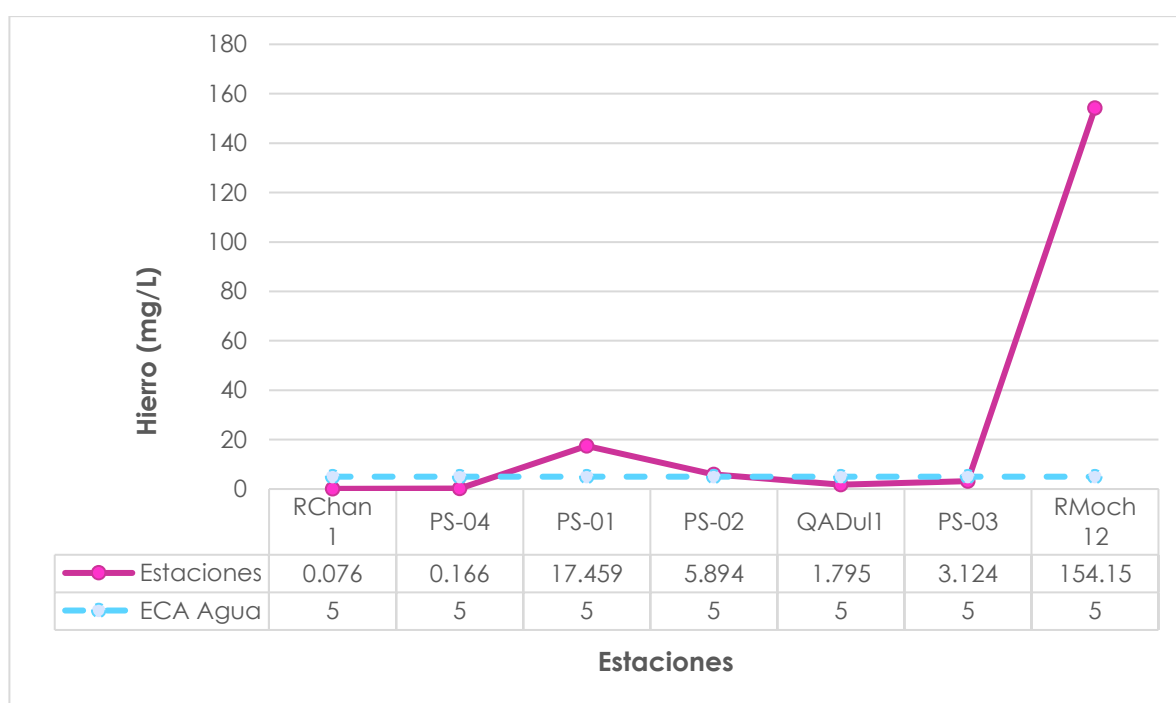


Figura 19. Valores de Hierro en las Estaciones de Monitoreo de Agua.

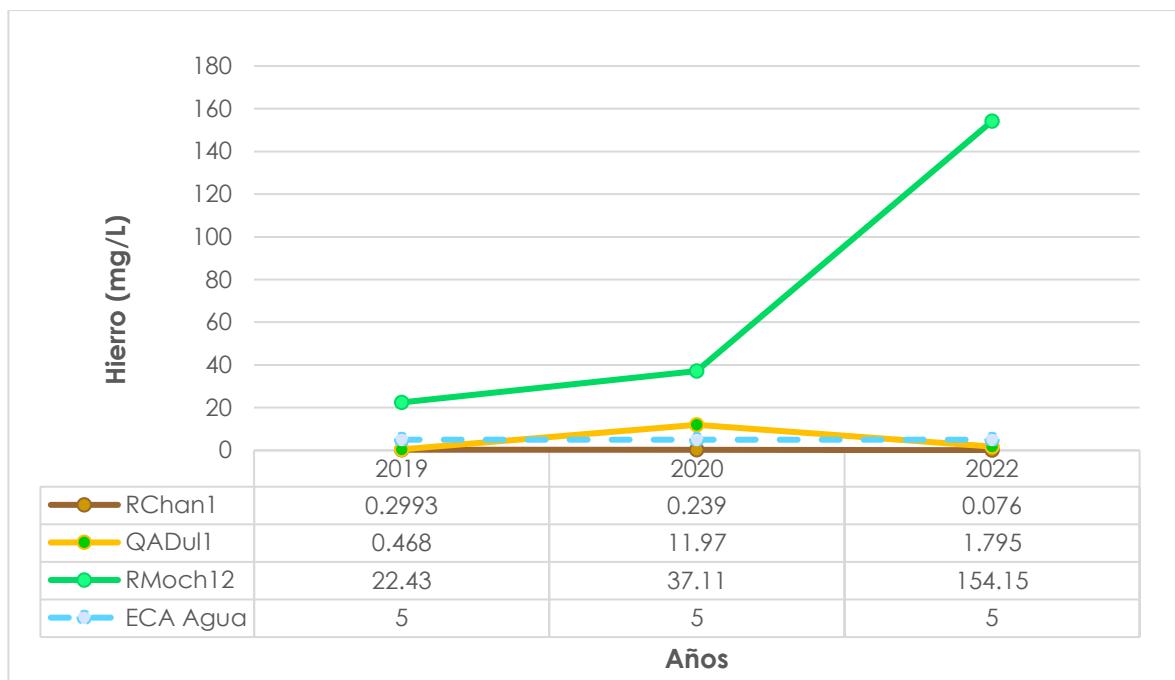


Figura 20. Valores de Hierro en los años 2019, 2020 y 2022.

En la Figura 21, los valores de manganeso exceden el Estándar de Calidad de Agua en la mayoría de estaciones de monitoreo, a excepción de las estaciones RChan1 y PS-04, ubicadas aguas arriba del Río Chanchacap.

En la Figura 22, se puede observar el valor máximo de 33.81 mg/L de manganeso en la estación QADul1 de la Quebrada Agua Dulce.

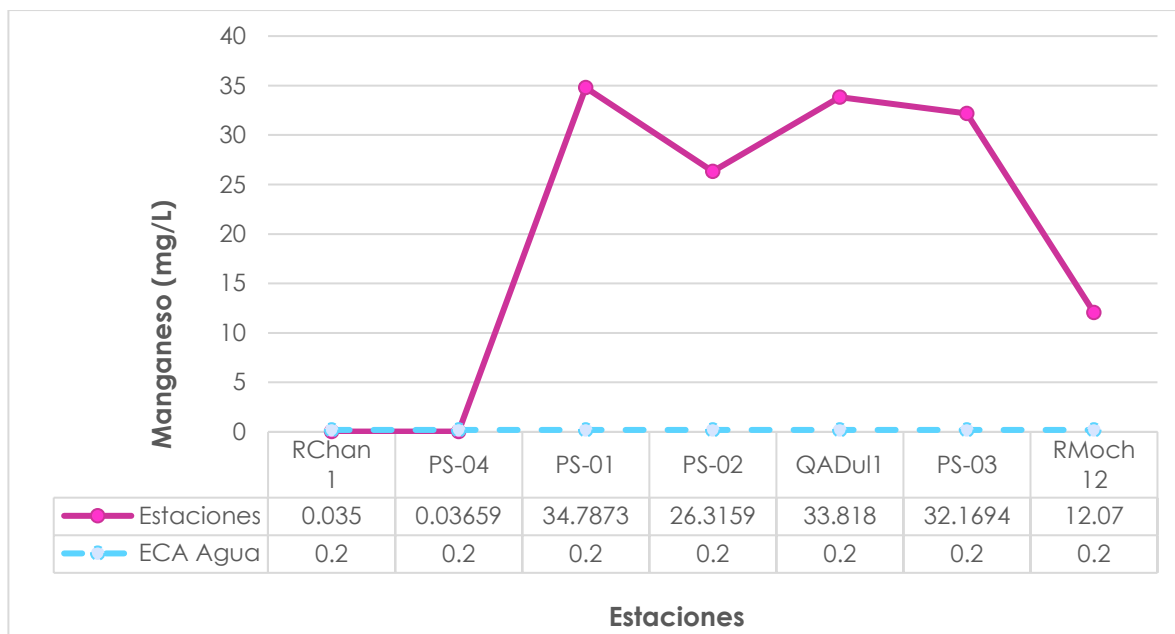


Figura 21. Valores de Manganeso en los Puntos de Monitoreo de Agua.

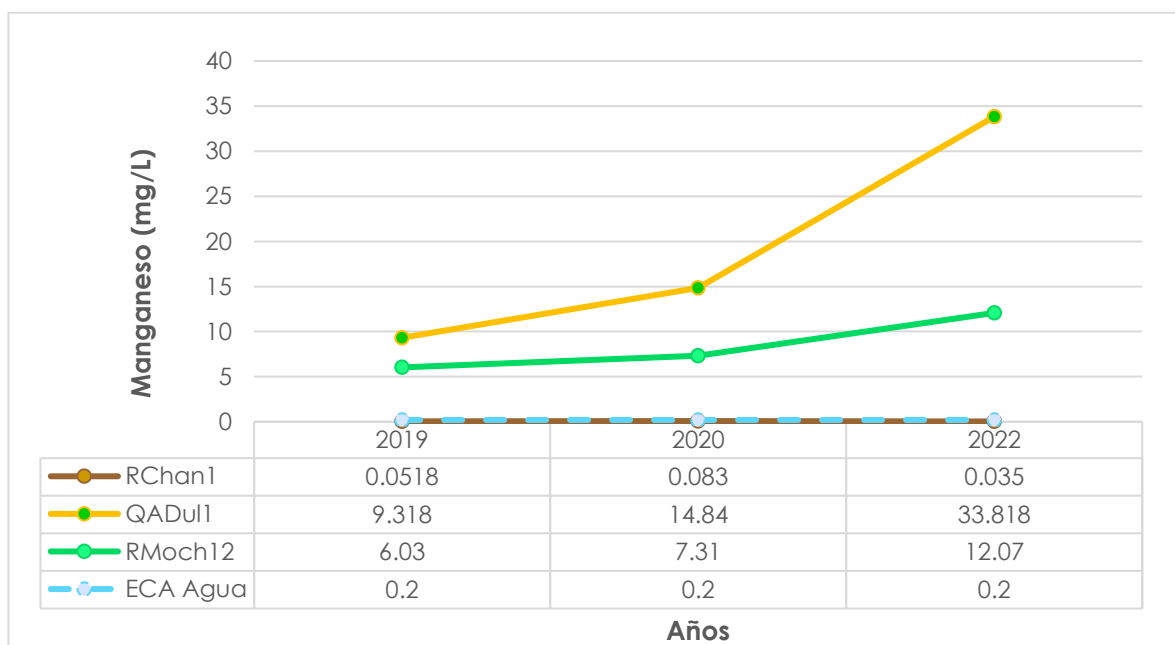


Figura 22. Valores de Manganeso en los años 2019, 2020 y 2022.

En la Figura 23, se observa valores de plomo que exceden el Estándar de Calidad de Agua en las estaciones ubicadas en la Quebrada Agua Dulce y en el Río Moche.

En la Figura 24, se observa un leve incremento de la concentración de plomo en la estación QADul1 de la Quebrada Agua Dulce.

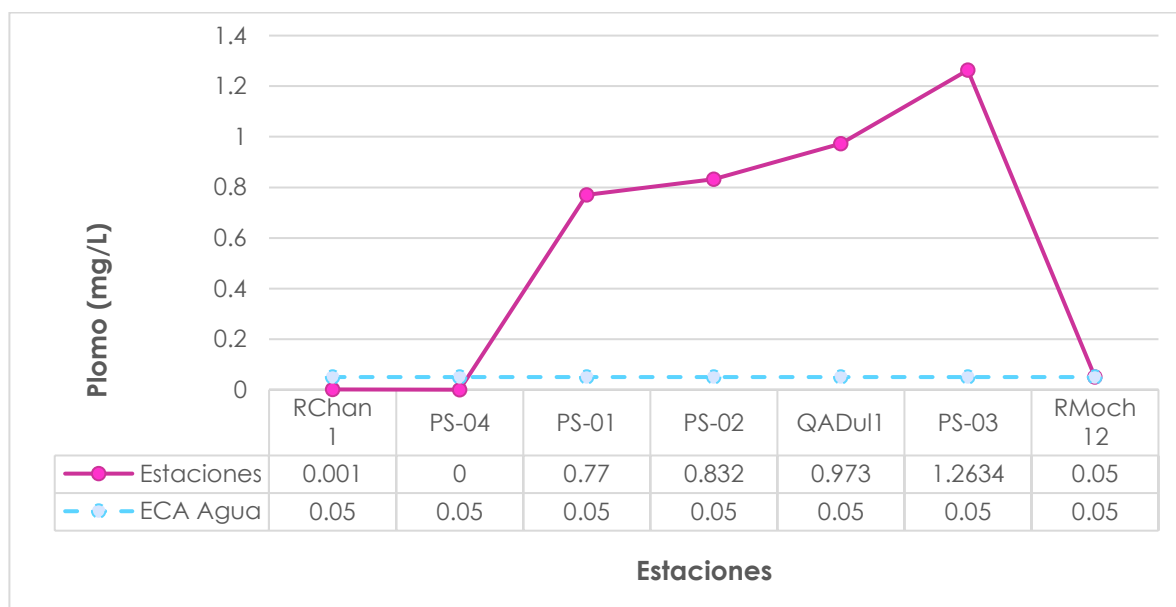


Figura 23. Valores de Plomo en las Estaciones de Monitoreo de Agua.

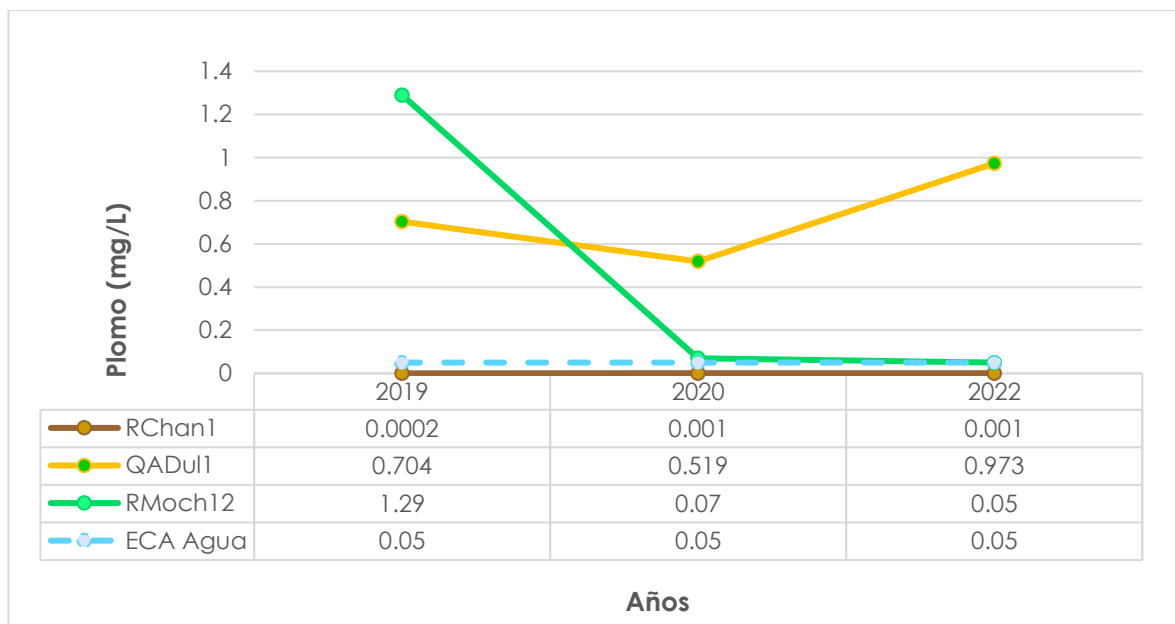


Figura 24. Valores de Plomo en los años 2019, 2020 y 2022.

En la Figura 25, se observa valores de zinc que exceden el Estándar de Calidad de Agua, la mayor concentración se identificó en la estación QADul1 con 731.57 mg/L.

En la Figura 26, se observa un incremento de la concentración de zinc en la estación QADul1 de la Quebrada Agua Dulce.

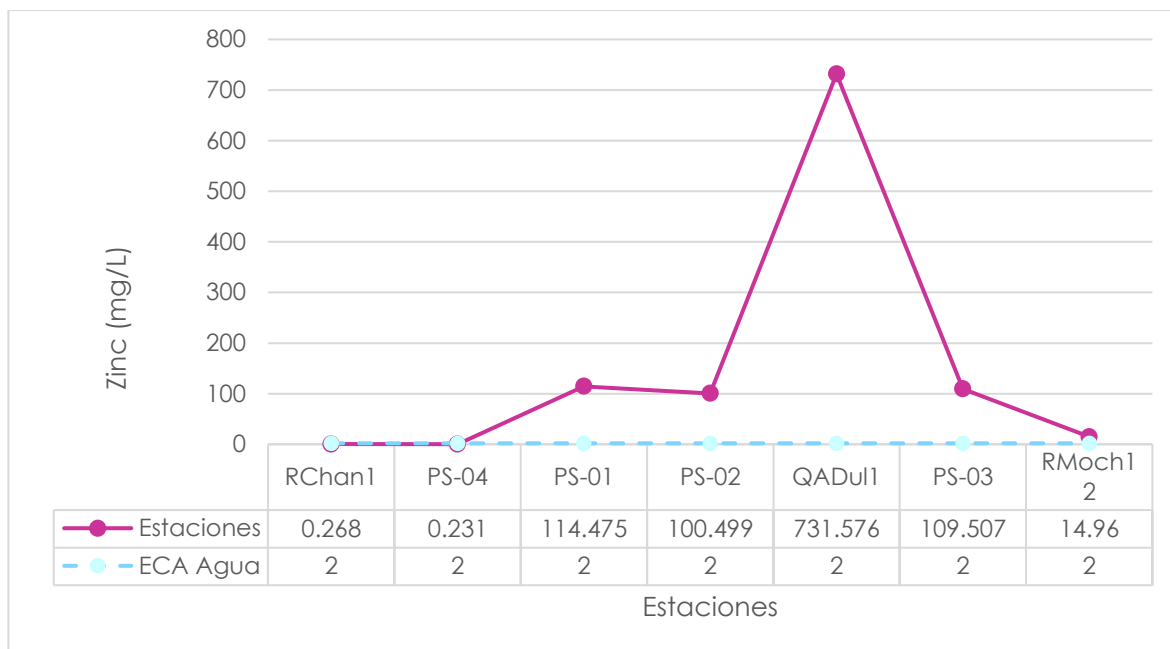


Figura 25. Valores de Zinc en las Estaciones de Monitoreo de Agua.

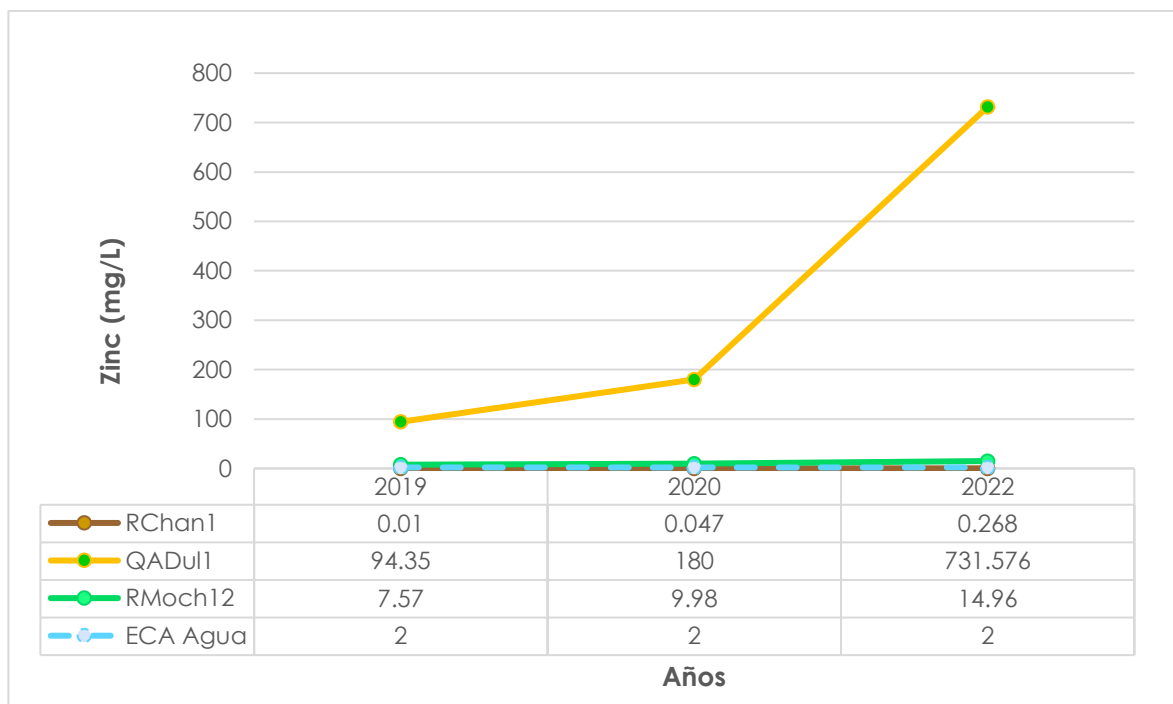


Figura 26. Valores de Zinc en los años 2019, 2020 y 2022.

En la Figura 27, se realizó la comparación de los valores de arsénico entre el Estándar de Calidad Ambiental para agua categoría 3, cuyo valor es 0.1 mg/L, y los resultados de los monitoreos de las estaciones PS-01, PS-02, PS-03, PS-04 y RMoch12, los cuales se encuentran dentro de lo permitido; a excepción de la estación RMoch12, ubicada aguas arriba del vertimiento, la cual se encuentra influenciada adicionalmente por diversas actividades antropogénicas (agricultura, minería y planta procesadora).

En la Figura 28, se observa un incremento de la concentración de arsénico en la estación RMoch12 del Río Moche.

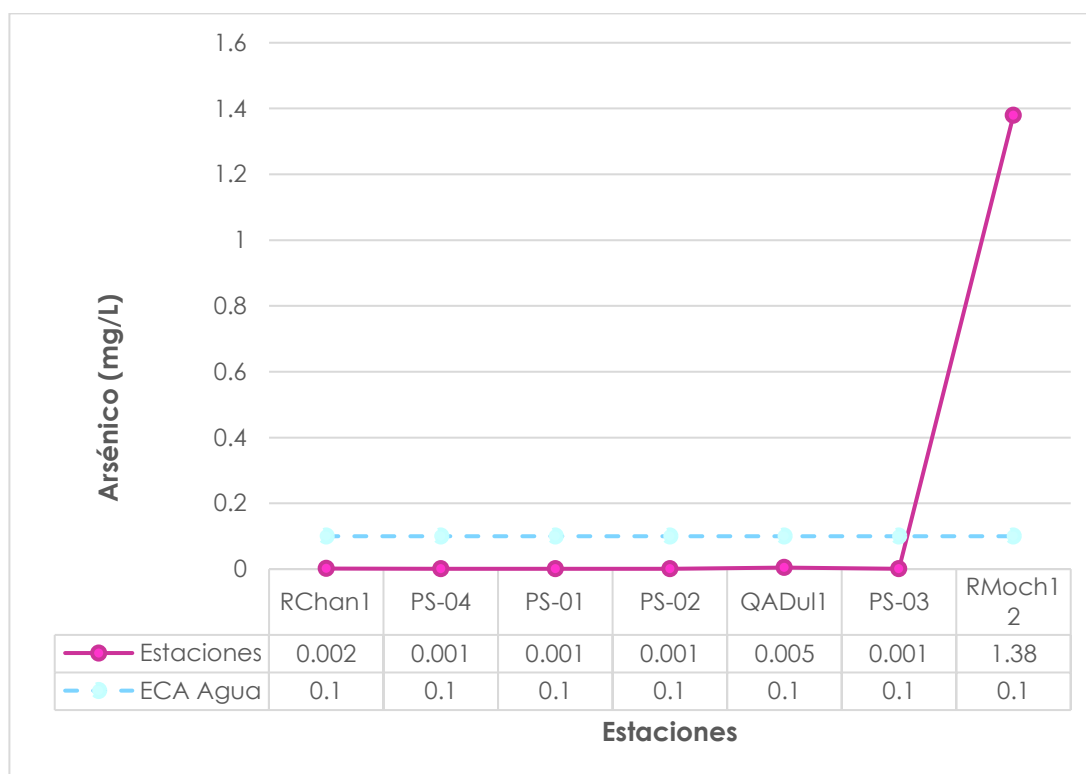


Figura 27. Valores de Arsénico en las Estaciones de Monitoreo de Agua.

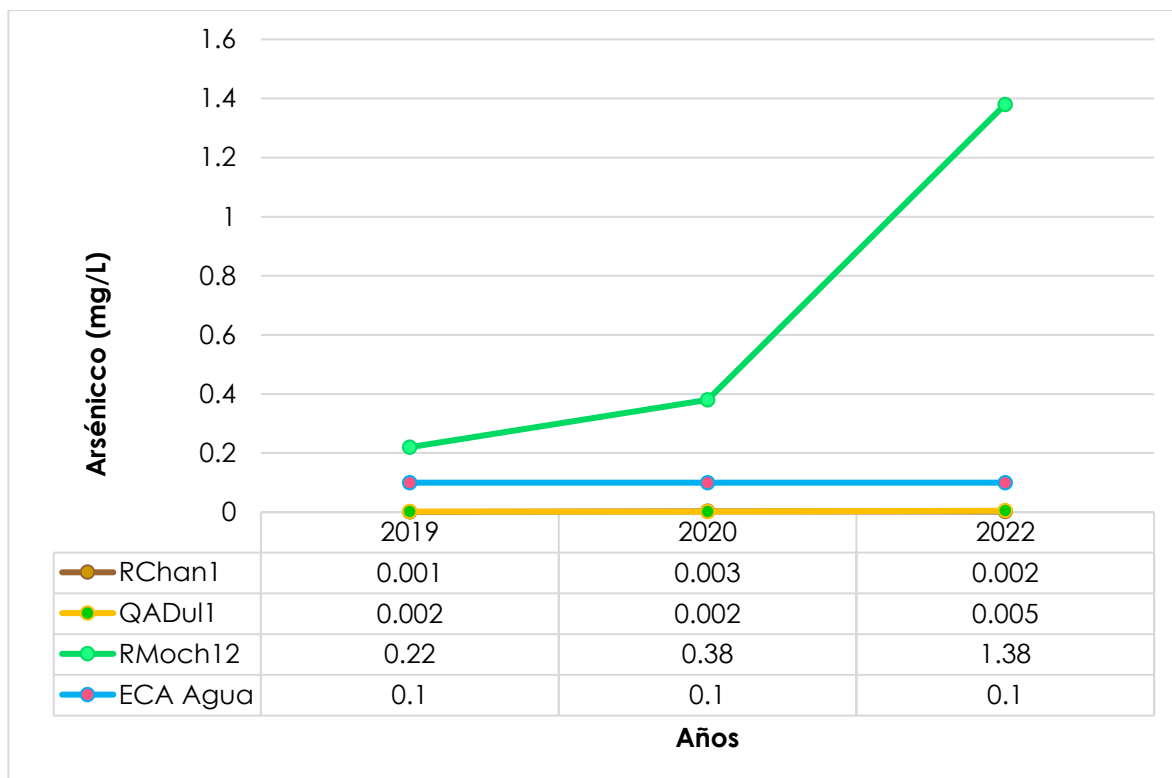


Figura 28. Valores de Arsénico en los años 2019, 2020 y 2022.

Los gráficos expuestos demuestran que el valor de la mayoría de metales pesados en las estaciones de monitoreo analizadas excede el estándar de calidad de agua, lo cual se traduce como contaminación hídrica.

La contaminación hídrica por metales pesados es el impacto ambiental generado por los pasivos ambientales mineros en la cuenca alta del Río Moche.

Los minerales generadores de acidez, también conocidos como MGA, poseen acidez que en tiempos de lluvia es liberada. Al incrementarse el caudal, los MGA altamente solubles se diluyen y son arrastrados aguas abajo, liberando la acidez acumulada (Aduvire, 2006).

4.1.2. Pruebas de hipótesis

La comprobación de la hipótesis se realizó a través de la Prueba t de Student, usando el método R.

a. Aluminio

H0: Los niveles de aluminio en las estaciones de monitoreo son mayores a 5.

Ha: Los niveles de aluminio en las estaciones de monitoreo son menores a 5.

Prueba t de Student

- **Río Chanchacap**

One Sample t-test

data: x

t = -678.54, df = 2, p-value = 1.086e-06

alternative hypothesis: true mean is less than 5

95 percent confidence interval:

-Inf 0.1280563

sample estimates:

mean of x 0.107

- **Quebrada Agua Dulce**

One Sample t-test

data: y

t = 2.8285, df = 2, p-value = 0.9472

alternative hypothesis: true mean is less than 5

95 percent confidence interval:

-Inf 71.85005

sample estimates:

mean of x

37.89333

- **Río Moche**

One Sample t-test

data: z

$t = 1.1761$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.8197$

alternative hypothesis: true mean is less than 5

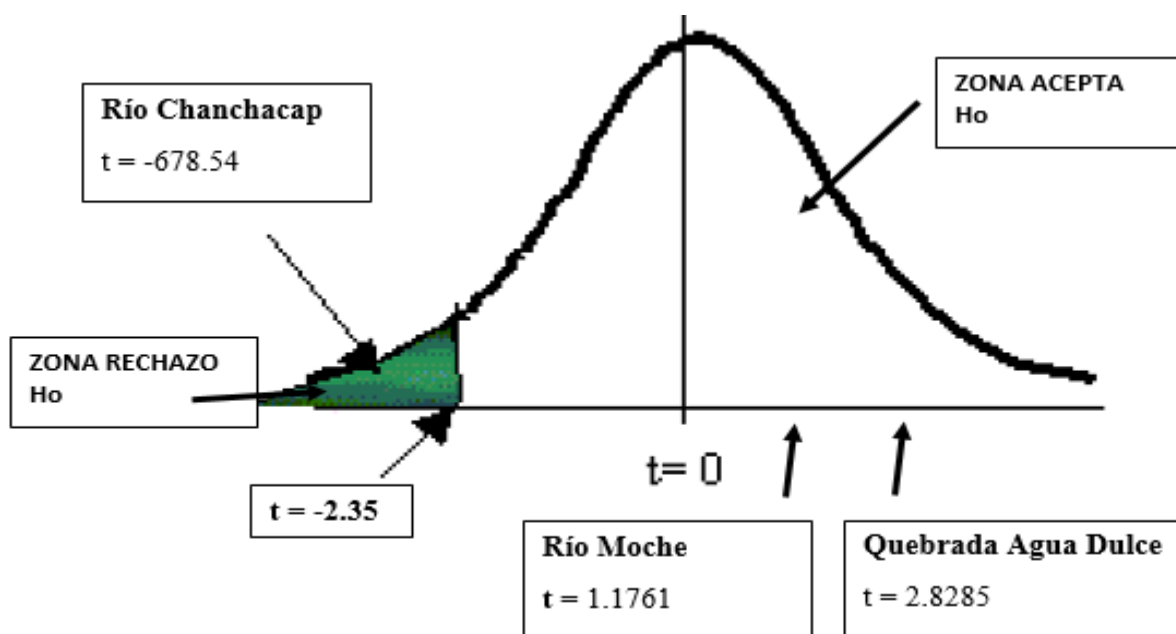
95 percent confidence interval:

-Inf 19.76671

sample estimates:

mean of x

9.24



Descripción:

Para la estación de monitoreo en el río Chanchacap, se comprueba que el p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de aluminio en esa estación es menor a 5.

Para la estación de monitoreo en el Quebrada Agua Dulce, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de aluminio en esa estación es mayor a 5.

Para la estación de monitoreo en el Río Moche, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de aluminio en esa estación es mayor a 5.

b. Arsénico

H0: Los niveles de arsénico en las estaciones de monitoreo son mayores a 0.1

Ha: Los niveles de arsénico en las estaciones de monitoreo son menores a 0.1

Prueba t de Student

- **Río Chanchacap**

One Sample t-test

data: x

t = -169.74, df = 2, p-value = 1.735e-05

alternative hypothesis: true mean is less than 0.1

95 percent confidence interval:

-Inf 0.003685854

sample estimates:

mean of x

0.002

- **Quebrada Agua Dulce**

One Sample t-test

data: y

t = -97, df = 2, p-value = 5.313e-05

alternative hypothesis: true mean is less than 0.1

95 percent confidence interval:

-Inf 0.005919986

sample estimates:

mean of x

0.003

- **Río Moche**

One Sample t-test

data: z

$t = 1.5429$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.8686$

alternative hypothesis: true mean is less than 0.1

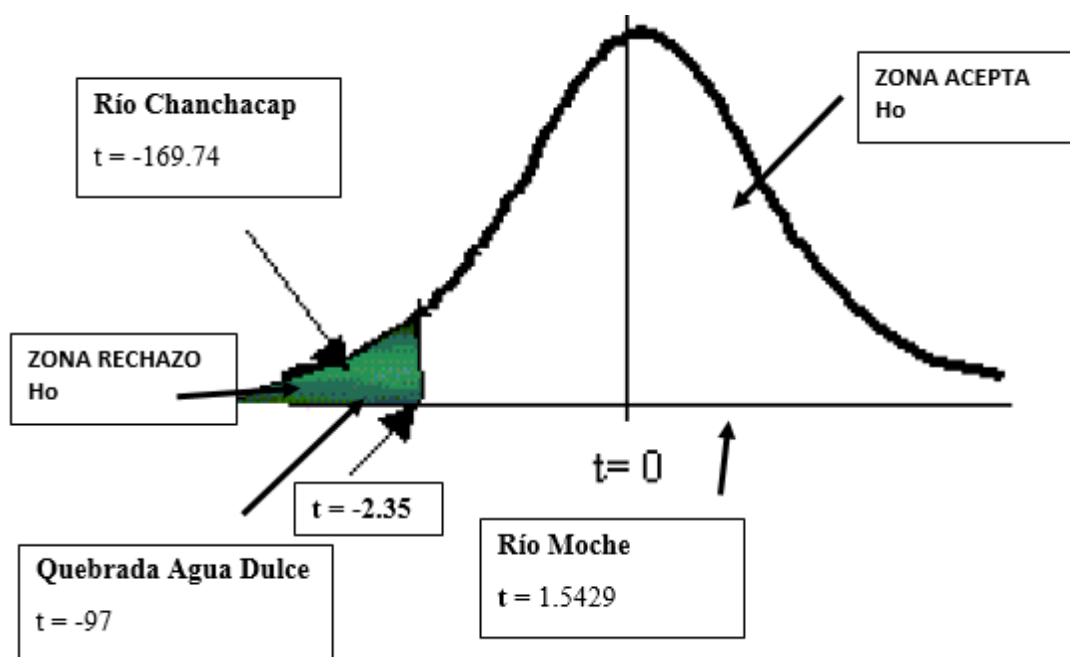
95 percent confidence interval:

$-\text{Inf}$ 1.719811

sample estimates:

mean of x

0.66



Descripción:

Para la estación de monitoreo en el río Chanchacap, se comprueba que el p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de arsénico en esa estación es menor a 0.1.

Para la estación de monitoreo en el Quebrada Agua Dulce, se comprueba que el p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de arsénico en esa estación es menor a 0.1.

Para la estación de monitoreo en el Río Moche, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de arsénico en esa estación es mayor a 0.1.

c. Cadmio

H0: Los niveles de cadmio en las estaciones de monitoreo son mayores a 0.01

Ha: Los niveles de cadmio en las estaciones de monitoreo son menores a 0.01

Prueba t de Student

- **Río Chanchacap**

One Sample t-test

data: x

t = -6.9427, df = 2, p-value = 0.01006

alternative hypothesis: true mean is less than 0.01

95 percent confidence interval:

-Inf 0.005366617

sample estimates:

mean of x

0.002003333

- **Quebrada Agua Dulce**

data: y

t = 4.8267, df = 2, p-value = 0.9798

alternative hypothesis: true mean is less than 0.01

95 percent confidence interval:

-Inf 3.61209

sample estimates:

mean of x

2.254333

- **Río Moche**

One Sample t-test

data: z

$t = 5.1379$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.9821$

alternative hypothesis: true mean is less than 0.01

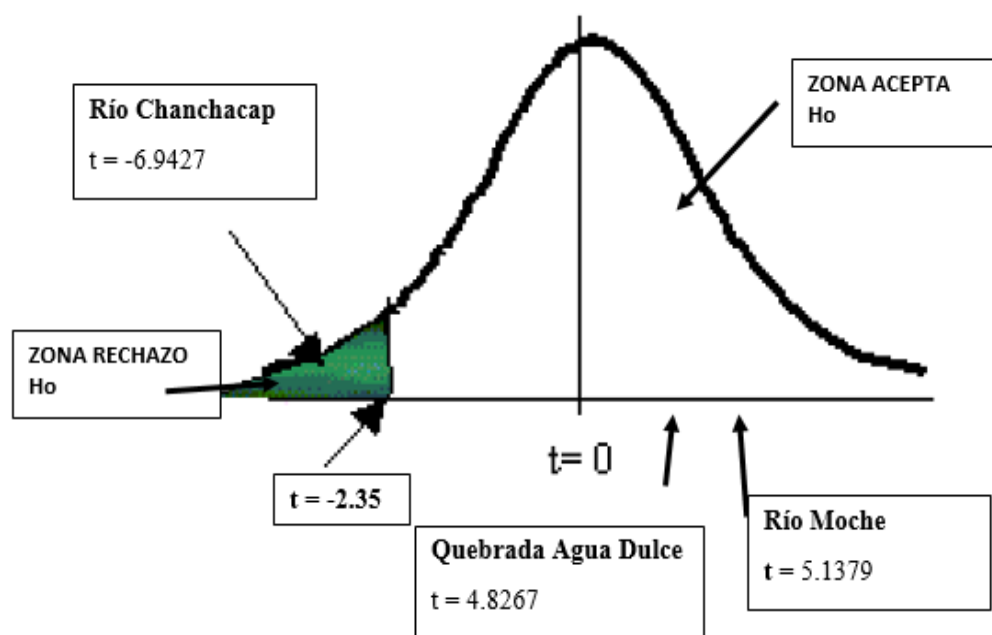
95 percent confidence interval:

$-\text{Inf } 0.08789319$

sample estimates:

mean of x

0.05966667



Descripción:

Para la estación de monitoreo en el río Chanchacap, se comprueba que el p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de cadmio en esa estación es menor a 0.01.

Para la estación de monitoreo en el Quebrada Agua Dulce, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de cadmio en esa estación es mayor a 0.01.

Para la estación de monitoreo en el Río Moche, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de cadmio en esa estación es mayor a 0.01.

d. Cobalto

H0: Los niveles de cobalto en las estaciones de monitoreo son mayores a 0.05

Ha: Los niveles de cobalto en las estaciones de monitoreo son menores a 0.05

Prueba t de Student

- **Río Chanchacap**

One Sample t-test

data: x

t = -585.9, df = 2, p-value = 1.457e-06

alternative hypothesis: true mean is less than 0.05

95 percent confidence interval:

-Inf 0.0004183419

sample estimates:

mean of x

0.00017

- **Quebrada Agua Dulce**

One Sample t-test

data: y

t = 2.8983, df = 2, p-value = 0.9494

alternative hypothesis: true mean is less than 0.05

95 percent confidence interval:

-Inf 0.4655491

sample estimates:

mean of x

0.257

- **Río Moche**

One Sample t-test

data: z

$t = -8.2308$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.007221$

alternative hypothesis: true mean is less than 0.05

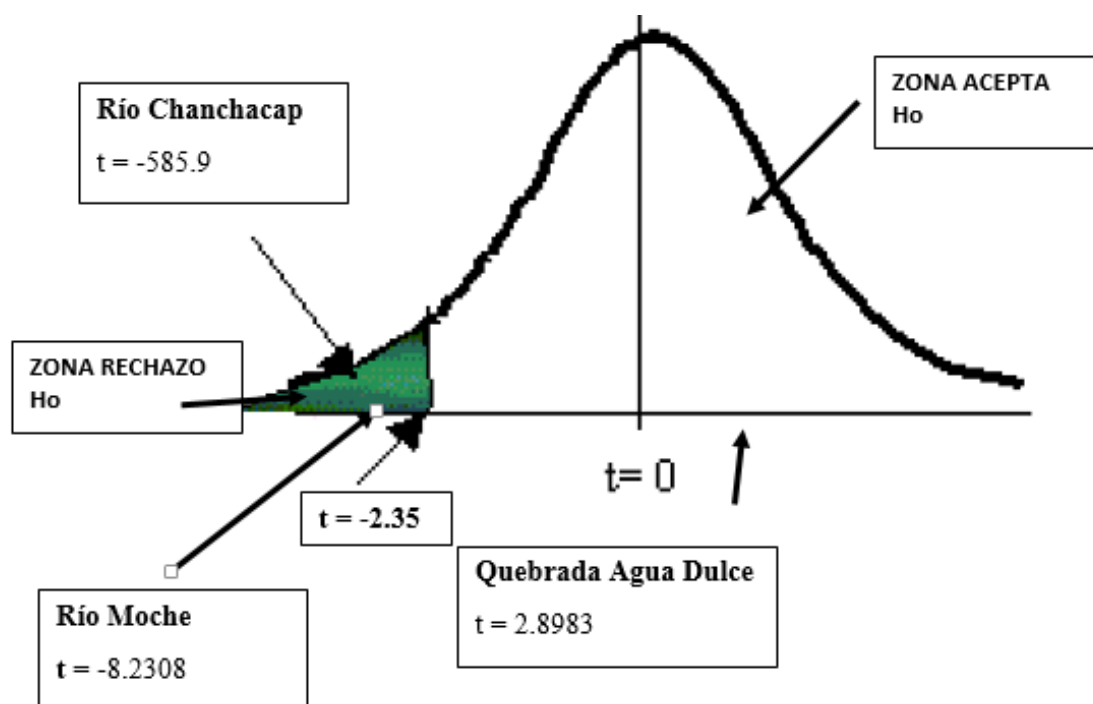
95 percent confidence interval:

-Inf 0.0269866

sample estimates:

mean of x

0.01433333



Descripción:

Para la estación de monitoreo en el río Chanchacap, se comprueba que el p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de cobalto en esa estación es menor a 0.05.

Para la estación de monitoreo en el Quebrada Agua Dulce, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de cobalto en esa estación es mayor a 0.05.

Para la estación de monitoreo en el Río Moche, se comprueba que el p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de cobalto en esa estación es menor a 0.05.

e. Cobre

H0: Los niveles de cobre en las estaciones de monitoreo son mayores a 0.2

Ha: Los niveles de cobre en las estaciones de monitoreo son menores a 0.2

Prueba t de Student

- **Río Chanchacap**

One Sample t-test

data: x

t = -18.06, df = 2, p-value = 0.001526

alternative hypothesis: true mean is less than 0.02

95 percent confidence interval:

-Inf 0.00510589

sample estimates:

mean of x

0.002233333

- **Quebrada Agua Dulce**

One Sample t-test

data: y

t = 2.0346, df = 2, p-value = 0.9106

alternative hypothesis: true mean is less than 0.02

95 percent confidence interval:

-Inf 69.14565

sample estimates:

mean of x

28.40633

- **Río Moche**

One Sample t-test

data: z

 $t = 2.4022$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.9309$

alternative hypothesis: true mean is less than 0.02

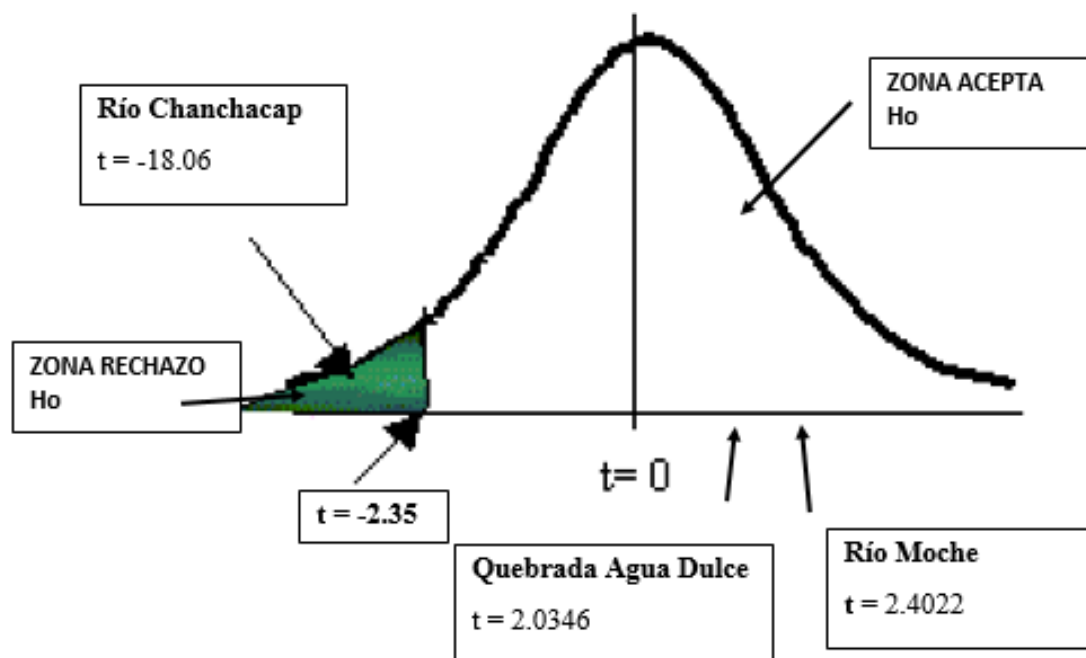
95 percent confidence interval:

-Inf 10.91906

sample estimates:

mean of x

4.939333

**Descripción:**

Para la estación de monitoreo en el río Chanchacap, se comprueba que el p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de cobre en esa estación es menor a 0.2.

Para la estación de monitoreo en el Quebrada Agua Dulce, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de cobre en esa estación es mayor a 0.2.

Para la estación de monitoreo en el Río Moche, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de cobre en esa estación es mayor a 0.2.

f. Hierro

H0: Los niveles de hierro en las estaciones de monitoreo son mayores a 5

Ha: Los niveles de hierro en las estaciones de monitoreo son menores a 5

Prueba t de Student

- **Río Chanchacap**

One Sample t-test

data: x

t = -71.898, df = 2, p-value = 9.67e-05

alternative hypothesis: true mean is less than 5

95 percent confidence interval:

-Inf 0.3995151

sample estimates:

mean of x

0.2047667

- **Quebrada Agua Dulce**

One Sample t-test

data: y

t = -0.070372, df = 2, p-value = 0.4752

alternative hypothesis: true mean is less than 5

95 percent confidence interval:

-Inf 15.35289

sample estimates:

mean of x

4.744333

- **Río Moche**

One Sample t-test

data: z

$t = 1.5892$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.8735$

alternative hypothesis: true mean is less than 5

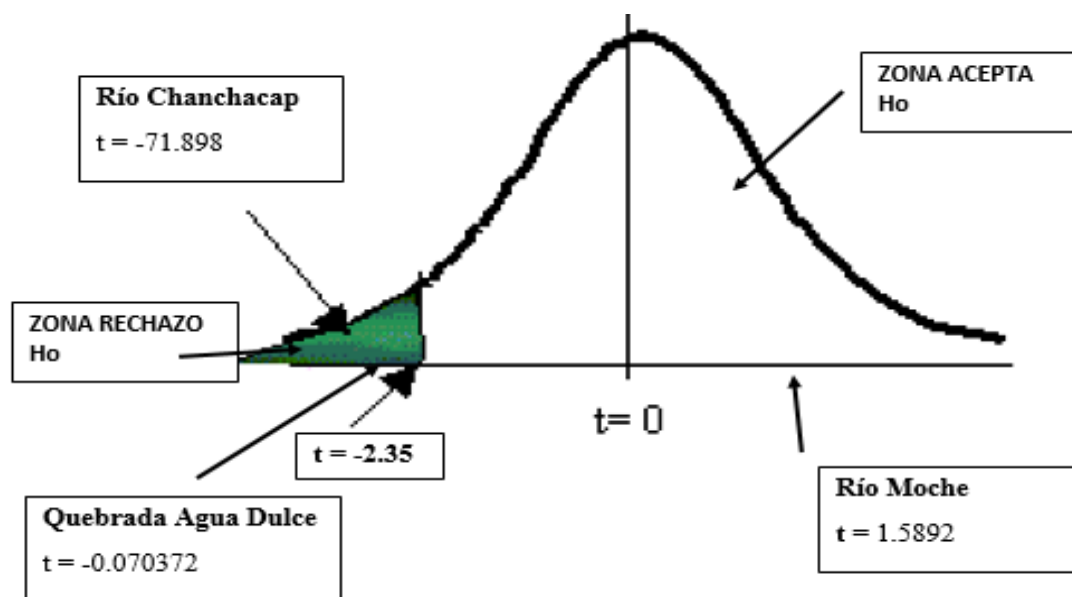
95 percent confidence interval:

-Inf 192.9234

sample estimates:

mean of x

71.23



Descripción:

Para la estación de monitoreo en el río Chanchacap, se comprueba que $p\text{-value}$ es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de hierro en esa estación es menor a 5.

Para la estación de monitoreo en el Quebrada Agua Dulce, se comprueba p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de hierro en esa estación es menor a 5.

Para la estación de monitoreo en el Río Moche, se comprueba que p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de hierro en esa estación es mayor a 5.

g. Manganese

H0: Los niveles de manganeso en las estaciones de monitoreo son mayores a
0.2

Ha: Los niveles de manganeso en las estaciones de monitoreo son menores a
0.2

Prueba t de Student

- **Río Chanchacap**

One Sample t-test

data: x

t = -10.197, df = 2, p-value = 0.00474

alternative hypothesis: true mean is less than 0.2

95 percent confidence interval:

-Inf 0.09766293

sample estimates:

mean of x

0.0566

- **Quebrada Agua Dulce**

One Sample t-test

data: y

t = 2.5777, df = 2, p-value = 0.9384

alternative hypothesis: true mean is less than 0.2

95 percent confidence interval:

-Inf 40.99044

sample estimates:

mean of x

19.32533

- **Río Moche**

One Sample t-test

data: z

$t = 4.5006$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.977$

alternative hypothesis: true mean is less than 0.2

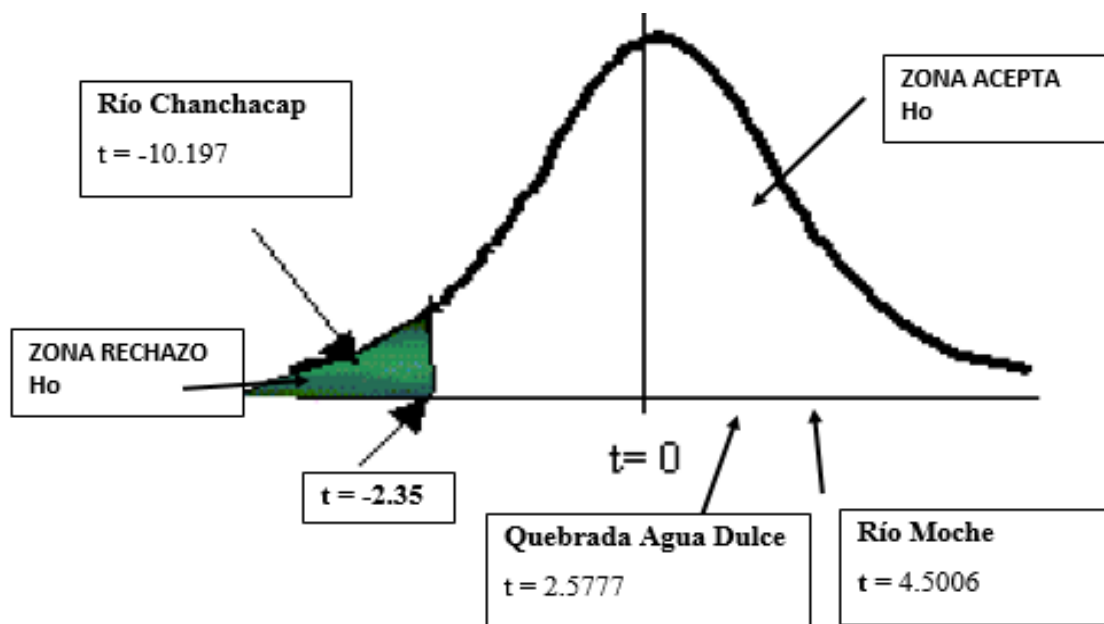
95 percent confidence interval:

-Inf 13.83557

sample estimates:

mean of x

8.47



Descripción:

Para la estación de monitoreo en el río Chanchacap, se comprueba que el p -value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de manganeso en esa estación es menor a 0.2.

Para la estación de monitoreo en el Quebrada Agua Dulce, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de manganeso en esa estación es mayor a 0.2.

Para la estación de monitoreo en el Río Moche, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de manganeso en esa estación es mayor a 0.2.

h. Plomo

H0: Los niveles de plomo en las estaciones de monitoreo son mayores a 0.05

Ha: Los niveles de plomo en las estaciones de monitoreo son menores a 0.05

Prueba t de Student

- **Río Chanchacap**

One Sample t-test

data: x

t = -184.75, df = 2, p-value = 1.465e-05

alternative hypothesis: true mean is less than 0.05

95 percent confidence interval:

-Inf 0.001511996

sample estimates:

mean of x

0.0007333333

- **Quebrada Agua Dulce**

One Sample t-test

data: y

t = 5.1743, df = 2, p-value = 0.9823

alternative hypothesis: true mean is less than 0.05

95 percent confidence interval:

-Inf 1.116866

sample estimates:

mean of x

0.732

- **Río Moche**

One Sample t-test

data: z

$t = 1.0243$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.7933$

alternative hypothesis: true mean is less than 0.05

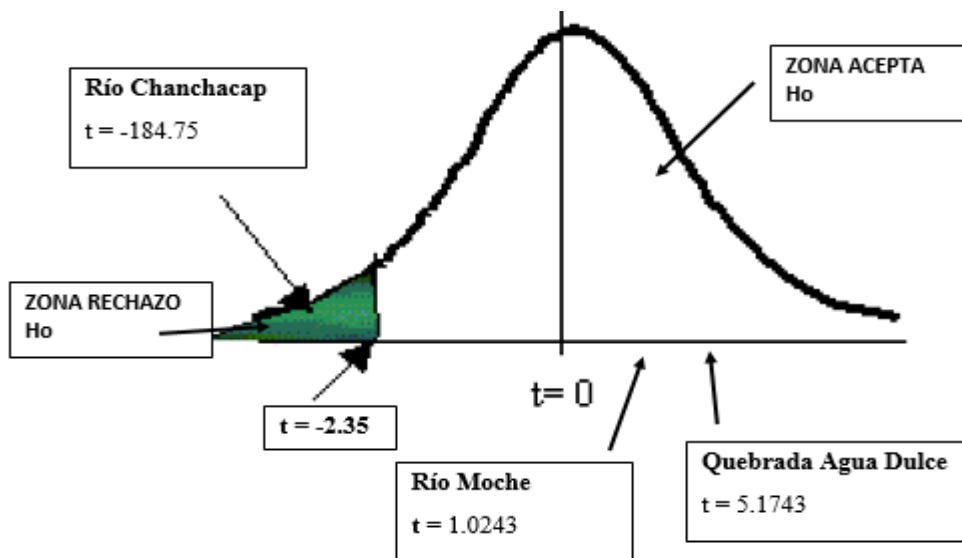
95 percent confidence interval:

-Inf 1.667313

sample estimates:

mean of x

0.47



Descripción:

Para la estación de monitoreo en el río Chanchacap, se comprueba que el p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de plomo en esa estación es menor a 0.05.

Para la estación de monitoreo en el Quebrada Agua Dulce, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de plomo en esa estación es mayor a 0.05.

Para la estación de monitoreo en el Río Moche, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de plomo en esa estación es mayor a 0.05.

i. Zinc

H0: Los niveles de zinc en las estaciones de monitoreo son mayores a 2

Ha: Los niveles de zinc en las estaciones de monitoreo son menores a 2

Prueba t de Student

- **Río Chanchacap**

One Sample t-test

data: x

t = -23.486, df = 2, p-value = 0.000904

alternative hypothesis: true mean is less than 2

95 percent confidence interval:

-Inf 0.3435226

sample estimates:

mean of x

0.1083333

- **Quebrada Agua Dulce**

One Sample t-test

data: y

t = 1.6693, df = 2, p-value = 0.8815

alternative hypothesis: true mean is less than 2

95 percent confidence interval:

-Inf 918.3434

sample estimates:

mean of x

335.3087

- **Río Moche**

One Sample t-test

data: z

$t = 4.0612$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.9722$

alternative hypothesis: true mean is less than 2

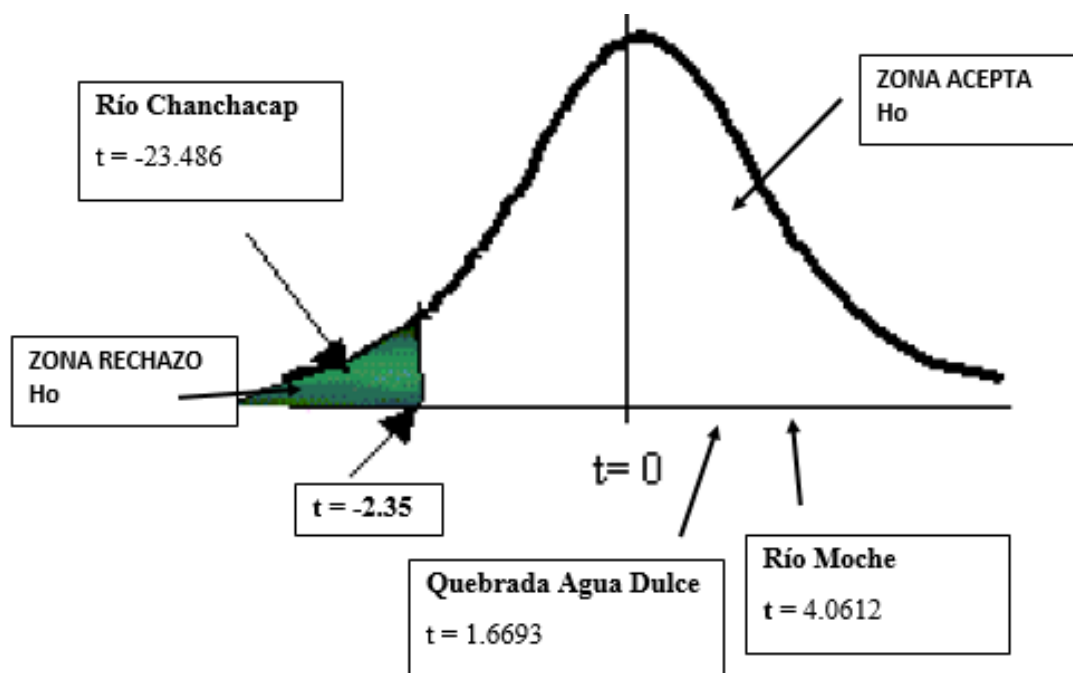
95 percent confidence interval:

$-\text{Inf}$ 17.19022

sample estimates:

mean of x

10.83667



Descripción:

Para la estación de monitoreo en el río Chanchacap, se comprueba que el p-value es menor a 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, pues el nivel de plomo en esa estación es menor a 2.

Para la estación de monitoreo en el Quebrada Agua Dulce, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de plomo en esa estación es mayor a 2.

Para la estación de monitoreo en el Río Moche, se comprueba que el p-value es mayor a 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la alterna, pues el nivel de plomo en esa estación es mayor a 2.

4.1.3. Alternativas para reducir la contaminación por Pasivos Ambientales

Mineros

Los drenajes ácidos de los PAM N° 846, 13113 y 13114, afectan la calidad de los cuerpos de agua sobre los que discurre. La contaminación ambiental se agudiza con los drenajes de las actividades de mineros artesanales que son vertidos a inicios de la quebrada Agua Dulce.

Las antiguas labores mineras subterráneas actualmente en abandono denominadas Pasivos Ambientales Mineros contienen combinaciones de azufre con metales, que junto con el oxígeno atmosférico y agua se generan reacciones, que generan efluentes que suelen ser ácidos (bajo pH) y poseen elevadas concentraciones de metales y sulfato. Estos efluentes son fuentes de contaminación que en primera línea cambia las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua del medio (ver figura 29). (Dhiwar, et al 2021; Aduvire, 2006, p.47)

Una forma de tratar los efluentes generados en las estaciones PS-02, PS-03 y PS-04, son los Sistemas de Tratamiento Pasivo, donde se calcula el área a utilizar a través de la acidez total.

“La caracterización de las propiedades químicas de las aguas ácidas, se considera la acidez protónica por presencia de iones hidrógeno (H^+) y la acidez mineral, que la podemos observar en las soluciones de Fe, Al, Mn y otros”

(Aduvire, 2023, p.16). Los metales Fe, Al y Mn son generadores de acidez, tal como se puede apreciar en las siguientes reacciones:

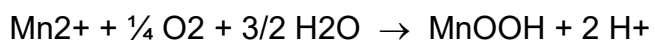
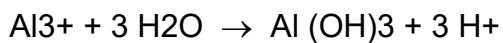
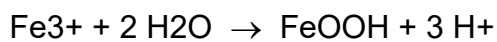


Figura 29. Agua que discurre sobre la Quebrada Agua Dulce, afectada por drenajes ácidos.

En la remediación de los drenajes ácidos de mina, hay dos formas de tratamiento: pasivos y activos, ambos aplican distinta metodología para disminuir el nivel de

metales pesados. Dentro de los métodos activos, se tiene la precipitación, la neutralización y la precipitación de sulfuros, los cuales tienen un elevado costo de mantenimiento. (Galván, 2016, p.7)

4.1.3.1. Tratamientos pasivos de los efluentes de Pasivos Ambientales Mineros.

Los procesos físicos, químicos y biológicos que se generan en los sistemas de tratamiento pasivo, permiten la formación de precipitados como oxihidróxidos metálicos. Se utiliza material alcalino para neutralizar la acidez, y las bacterias generan que los precipitados de baja solubilidad se formen con mayor rapidez (Aduvire, 2008).

Los sistemas de tratamiento pasivo replica la dinámica de los humedales naturales, permitiendo así la reducción de la concentración de metales pesados y la neutralización del pH. Los métodos existentes se detallan en la Figura 30.

Las descargas de DAM con caudales menores a 200 litros por minuto, pueden ser tratadas por sistemas de tratamiento pasivos, pues el costo de mantenimiento es accesible e inocuo para el medio ambiente. El sistema se colocará en el tránsito del agua.

Aduvire et al (2006) propone los siguientes sistemas para tratamiento de efluentes netamente ácidos:

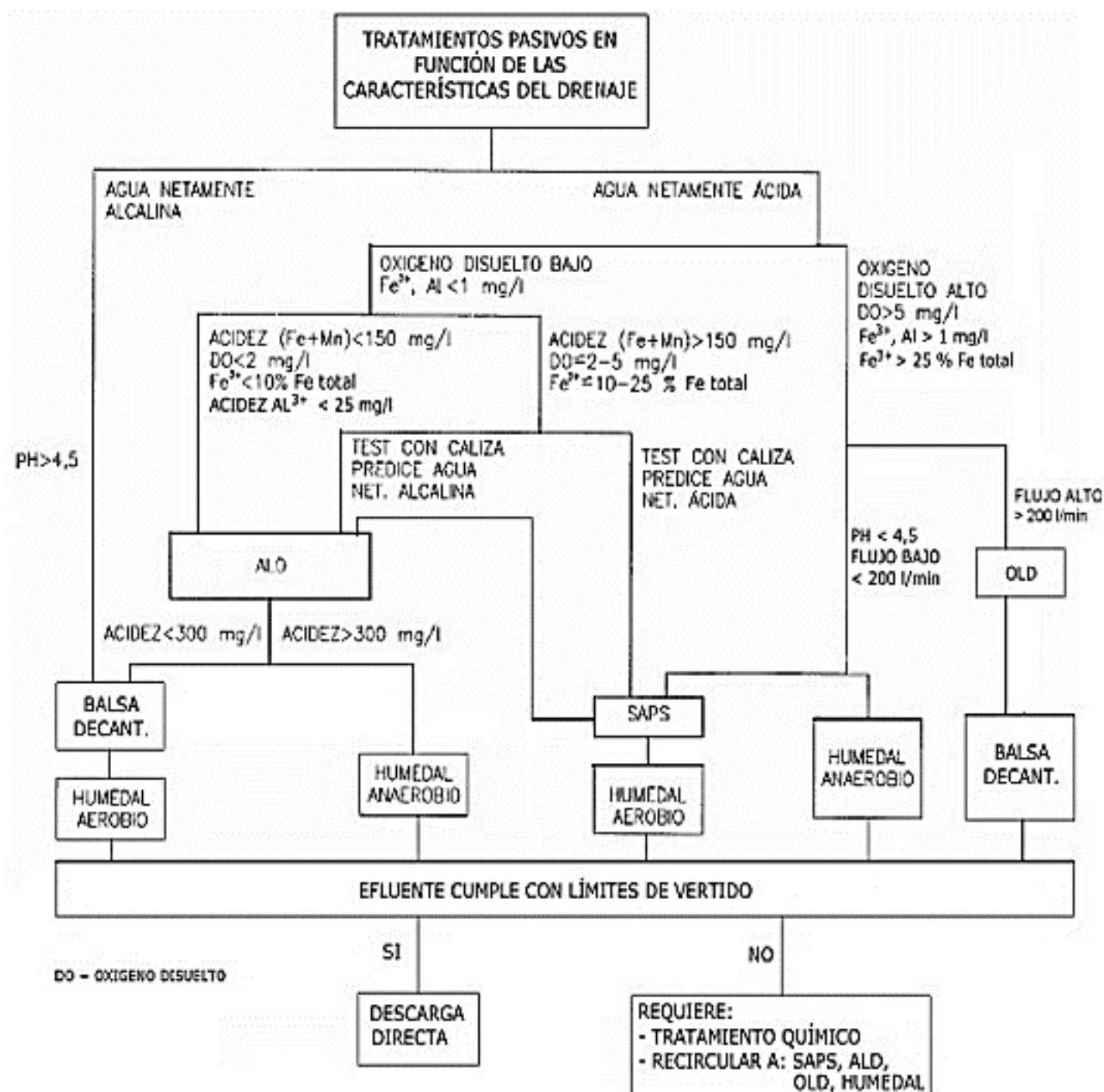


Figura 30. Sistemas de Tratamiento Pasivo en Función de las Características del DAM.

Fuente. Adaptado del DAM. *Generación y tratamiento* (p.2), por O. Aduvire, 2006.

En base a los resultados del **Cuadro N° 7**. Resultados de análisis de calidad de agua en los puntos PS-01, PS-02, PS-03, PS-04 y RMoch12, se identificó que el efluente es netamente ácido con flujo bajo. Entre los métodos de tratamiento pasivos que se proponen en el presente estudio son: los Humedales Anaerobios o balsas orgánicas (Wetland Anaerobio) y los Sistemas Sucesivos de Producción de Alcalinidad (SAPS, Successive Alkalinity Producing Systems). Como efluente a remediar se ha elegido la descarga que procede de la estación PS-02 (2022) que también coincide con el punto de monitoreo del ANA QADul-1 (2019, 2020, 2022).

En el cálculo del área del sistema de tratamiento pasivo (Wetland Anaerobio o SAPS), requiere primero convertir a acidez total la acidez protónica y la acidez mineral presente en el efluente PS-02 (Cuadro 8), mediante la siguiente expresión:

$$Acidez = 50 \left[\frac{3Fe^{3+}}{56} + \frac{3Al^{3+}}{27} + \frac{2Mn^{2+}}{55} + \frac{2Cu^{2+}}{65} + \frac{2Zn^{2+}}{64} + 1000(10^{-pH}) \right]$$

Cuadro 8. Calidad de Agua en la Estación PS-02 como Efluente Tipo para el Diseño.

	Caudal Q (l/min)	pH	Fe (mg/l)	Al (mg/l)	Mn (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)	As (mg/l)
ECA de Agua		6 - 9	5	5	0.2	0.2	2	0.1
PS-02 (QADul1)	23.8	3.6	5.9	62.5	26.3	28.8	100.5	0.001

Reemplazando datos del Cuadro 8 se obtiene la Acidez teórica total:

$$Acidez\ teórica\ total = 50 \left[\frac{3 \times 5.9}{56} + \frac{3 \times 62.5}{27} + \frac{2 \times 26.3}{55} + \frac{2 \times 28.8}{65} + \frac{2 \times 100.5}{64} + 1000(10^{-3.6}) \right]$$

$$Acidez\ teórica\ total = 623.76 \frac{mg}{L} \text{ de } CaCO_3 \text{ equivalente}$$

a. Alternativa 1: Wetland Anaerobio para tratar el drenaje del pasivo ambiental minero PS-02.

El uso en conjunto de material orgánico y alcalino, permite la reducción bacteriana del sulfato y la catálisis de las reacciones de oxidación e hidrólisis por microorganismos (ver figura 31). Asimismo, se utilizan especies vegetales con la capacidad de crecer en medios ácidos (Lopez, Aduvire y Barettino, 2002).

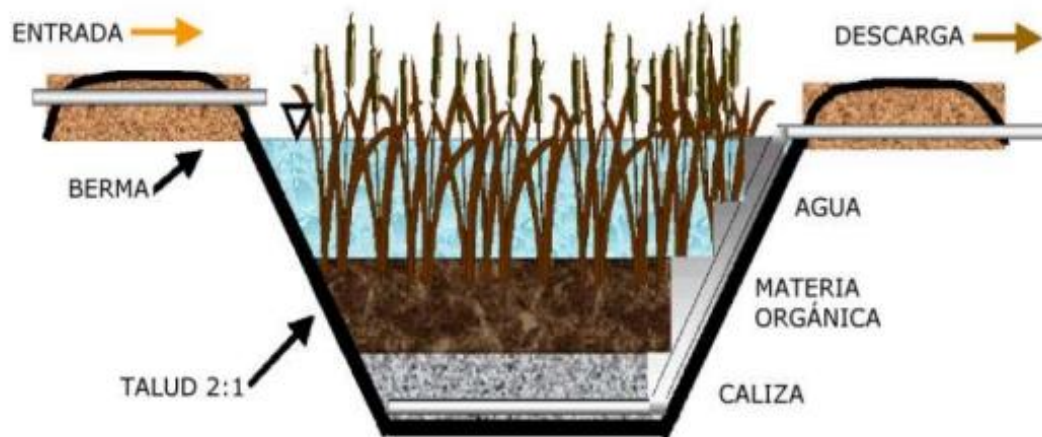


Figura 31. Distribución de sustratos de Tratamiento en un Wetland Anaerobio.

Fuente. Adaptado de *Drenaje ácido de mina. Generación y tratamiento* (p.100), por O. Aduvire, 2006.

Galván *et al* (2016) indica que los humedales utilizan plantas macrófitas, pues poseen la cualidad de modificar el pH en el suelo, lo cual permite que puedan vivir en un medio ácido. (p.25)

El uso de plantas emergente en los humedales, permite que el sistema se integre paisajísticamente con el medio. Aduvire (2008) señala las siguientes ventajas:

- La presencia de raíces crea un medio poroso y permite el flujo de agua a través del suelo, además de ayudar a controlar la conductividad hidráulica del sistema.
- Algunos nutrientes son eliminados por la vegetación a través de la asimilación, el intercambio iónico y la adsorción.
- La vegetación muerta permite el tratamiento biológico a través de la actividad bacteriana.
- La vegetación evita la formación de vías preferentes al diversificar los flujos que atraviesan los wetlands.

En los wetlands anaerobios, la reducción permite la remoción de metales, asimismo la acidez protónica se neutraliza a través de la reducción bacteriana. Estos sistemas al generar alcalinidad admiten DAM con un pH menor a 4 y 5. Las especies vegetales que más se utilizan en estos sistemas son la Typha y el Sphagnum porque pueden crecer en medios ácidos, efecto similar se consigue con las totoras (*Schoenoplectus Californicus*).

El dimensionamiento del wetland anaerobio para tratar el drenaje del PS-02 se calcula a través de la eliminación de la acidez, tomando un valor entre 3,5 a 8 g/m². día (Hedin et al., 1994; Watzlaf, 1997).

La superficie mínima del wetland anaerobio se determina bajo el siguiente cálculo:

$$\text{Carga de acidez diaria} = \text{Caudal} \times \text{Acidez} \times 1.44$$

$$\text{Carga de acidez diaria} = 23.8 \frac{l}{min} \times 623.76 \frac{mg}{l} \times 1.44 = 21,359.52 \frac{g}{dia}$$

$$Superficie = \frac{Carga\ de\ acidez\ diaria}{Elminaci3n\ de\ acidez} = Superficie = \frac{21,359.52\ \frac{g}{dia}}{7\ \frac{g}{m^2}}$$

$$Superficie\ (\acute{Area}) = 3,051.36\ m^2$$

Considerando los datos calculados, se defini3 que la superficie del humedal anaerobio debe ser $3,051.36\ m^2$.

b. Alternativa 2: Sistemas de Generaci3n Sucesiva de Alcalinidad (SAPS) para tratar el drenaje del pasivo ambiental minero PS-02.

Los SAPS operan en inundaci3n constante, donde el agua atraviesa por gravedad un sustrato org3nico y otro alcalino. La alcalinidad de los bicarbonatos del sistema, producidos por la reducci3n anaer3bica del sulfato y la disoluci3n de la caliza ($CaCO_3$), hace que el pH aumente hasta niveles cercanos al neutro. Para promover condiciones sin ox3geno, la altura del agua debe ser superior a 60 cm, el cual debe cubrir un sustrato permeable de 30 a 60 cm de espesor principalmente compuesto por materia org3nica (70-90 % de esti3rcol, aserr3n, turba, heno, compost, etc.), que se coloca sobre caliza que aporta alcalinidad al agua al diluirse (ver figura 32) (Aduvire et al., 2002).

Cuando el agua, que ingresa por la parte superior, se enlagna en el sistema, permite la ausencia de ox3geno en las capas inferiores de materia org3nica y caliza. Luego que el agua atraviesa estas capas, y es drenada desde la base, es derivada a otra poza de sedimentaci3n para los s3lidos, con la finalidad de promover la reducci3n del sulfato y la disminuci3n de la acidez en el sistema (Aduvire et al., 2008).

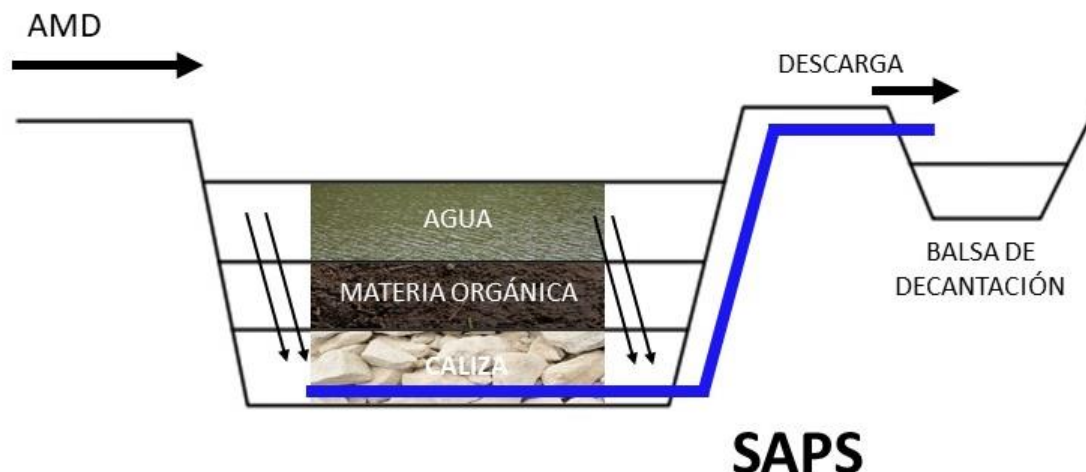


Figura 32. Distribución de sustratos y líneas de flujo en un SAPS.

El cálculo del área de un SAPS se requiere los datos de carga acidez diaria y la acidez que es capaz de eliminar por metro cuadrado y día (30-50 gr /m².día), mediante la siguiente expresión:

$$Superficie = \frac{Carga\ de\ acidez\ diaria\ (gr\ acidez/día)}{Eliminación\ de\ Acidez\ (gr\ /m^2.\ día)} = \frac{21,359.52\ \frac{g}{día}}{50\ \frac{g}{m^2}.\ día}$$

$$Superficie\ (Area) = 427.19\ m^2$$

Considerando una eliminación de acidez de $50\ \frac{g}{m^2}.\ día$, la superficie del SAPS debe ser $427.19\ m^2$.

El uso de sistemas de tratamiento pasivo está sujeto a caudal y concentración de metales presentes en el efluente, lo cual demanda una determinada área de terreno para concretar el sistema. Motivo por el cual, en base a la disponibilidad presupuestaria del organismo responsable, se puede evaluar el uso de sistemas de tratamiento activo. Pero en el caso el efluente del Pasivo Ambiental Minero de la estación PS-02 o similares es viable su remediación mediante el empleo de un SAPS por requerir mejor área respecto a un Wetland Anaerobio.

El sistema de generación sucesiva de alcalinidad (SAPS) es un humedal de flujo vertical, su efectividad en la remoción de metales pesados y la neutralización de la acidez, se debe a que su diseño cumple las funciones de:

- Un humedal, pues permite la reducción del sulfato y la retención metálica.
- Un ALD (drenaje anóxico calizo), pues incrementa la alcalinidad.

La reducción de la concentración de metales pesados en los afluentes del Río Moche, mejorarían la calidad de agua utilizada para riego de cultivos ubicados en la cuenca media y baja, asimismo se reduciría el riesgo de exposición a enfermedades a los consumidores que se abastecen directamente de esta fuente de agua.

CONCLUSIONES

1. Existe contaminación hídrica debido a la presencia de metales pesados, tales como Aluminio, Plomo, Cadmio, Manganeseo, Cobalto, Cobre y Zinc en la Quebrada Agua Dulce; lo cual se refleja en los datos de los muestreos de calidad de agua ejecutados en la presente investigación.
2. En las estaciones PS-01, PS-02 y PS-03 se han registrado valores de metales que exceden notoriamente al ECA Agua categoría 3 (D.S. N° 004-2017-MINAM) obteniendo valores de Aluminio (70.48 mg/L), Cadmio (3.43 mg/L), Cobalto (0.46 mg/L), Cobre (31.58 mg/L), Manganeseo (32.16 mg/L), Plomo (1.26 mg/L), Zinc (109.50 mg/L)) y valores de pH menores a 4, lo cual evidencia el crítico estado de la cuenca alta del Río Moche.
3. Los drenajes ácidos de los pasivos mineros ambientales ID 846, 13113 y 13114, y de la minería informal generan impactos ambientales a la calidad de agua de la cuenca alta del Río Moche, pues aportan altas concentraciones de metales pesados a los afluentes (Quebrada Agua

Dulce) del río Moche, situación que requiere urgente solución mediante técnicas sostenibles para mejorar la calidad de las aguas.

4. La aplicación de sistemas de tratamiento pasivo constituye una solución viable a la problemática que generan los drenajes de los Pasivos Ambientales Mineros, debido a los reducidos caudales a tratar. En base a las excedencias registradas en la calidad de agua de la quebrada Agua Dulce, se debe implementar un sistema de tratamiento, como SAPS, sobre las descargas de drenajes ácidos que afectan las aguas de las quebradas del entorno, el cual reduciría las concentraciones de metales pesados y aumentaría el nivel de alcalinidad.
5. La contaminación hídrica por metales pesados en la cuenca alta del Río Moche afecta la calidad de agua como fuente de consumo humano y medio de vida acuática, asimismo imposibilita su uso como fuente de riego para los cultivos de la cuenca media del Río Moche.

RECOMENDACIONES

1. El gobierno debe priorizar dentro de sus estrategias sectoriales, el cierre físico, químico e hidrológico de los pasivos ambientales de la cuenca alta del Río Moche, los cuales afectan el cuerpo natural de agua, fuente que utilizan los agricultores de la cuenca media para riego de cultivos caña de azúcar, yuca, piña y otras especies que son enviadas a los mercados mayoristas para el abastecimiento de la canasta familiar del norte del país.
2. Evaluar a escala de laboratorio la aplicación de sistemas de tratamiento pasivos, con la finalidad de establecer un diseño de humedal, donde se defina los sustratos a utilizar y las medidas de la celda (altura, profundidad

y ancho) que permitan la óptima remoción de metales pesados en el drenaje ácido de mina.

3. La cuenca hidrográfica del Río Moche debe ser gestionada bajo un enfoque sistémico, el cual permite la participación organizada de la población para generar oportunidades de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ministerio de energía y minas. Dirección general de asuntos ambientales.

(1997). Estudio de evaluación ambiental territorial y de planteamiento para la reducción o eliminación de la contaminación de origen minero en la cuenca del río Moche.

Aduvire Osvaldo. (2006). *Drenaje ácido de mina. Generación y tratamiento*. Instituto Geológico y Minero de España.

Ascurra, V. (2019). *Aplicación de un modelo dinámico para determinar la contaminación y remoción de metales pesados del río Moche – Valle Santa Catalina* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12832>

Autoridad Nacional del Agua. (2020). Resultados del monitoreo 2020 de la calidad del agua superficial en la cuenca del Río Moche.

Autoridad Nacional del Agua. (2020). Resultados del monitoreo 2019 de la calidad del agua superficial en la cuenca del Río Moche.

Autoridad Nacional del Agua. (2018). Resultados del monitoreo 2018 de la calidad del agua superficial en la cuenca del Río Moche.

Autoridad Nacional del Agua. (2018). Resultados del monitoreo 2017 de la calidad del agua superficial en la cuenca del Rio Moche.

Autoridad Nacional del Agua. (2016). Resultados del monitoreo 2016 de la calidad del agua superficial en la cuenca del Rio Moche.

Autoridad Nacional del Agua. (2015). Resultados del monitoreo 2015 de la calidad del agua superficial en la cuenca del Rio Moche.

Autoridad Nacional del Agua. (2014). Resultado del monitoreo participativo de la calidad del agua y de los sedimentos de la cuenca del Rio Moche – La Libertad, Octubre 2014.

Ayala, F., Valdillo, L. (2004). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España.

http://info.igme.es/SidPDF%5C065000%5C106%5C65106_0001.pdf

Cheung, J. S., Hu, X. F., Parajuli, R. P., Rosol, R., Torng, A., Mohapatra, A., Lye, E., & Chan, H. M. (2020). Health risk assessment of arsenic exposure among the residents in Ndilo, Dettah, and Yellowknife, Northwest Territories, Canada. *International journal of hygiene and environmental health*, 230, 113623. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113623>

Congreso constituyente democrático. Constitución Política del Perú. 1993.

Congreso de la República. (2005). Ley 28611, Ley General del Ambiente.

- Contreras, J. Mendoza, C. Gómez, Arismendis. (2004) Determinación de metales pesados en aguas y sedimentos del Río Haina. *Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana*.
- Díaz, W. (2016). *Contaminación del ecosistema en San Mateo de Huanchor por los pasivos ambientales mineros metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5045>
- Flores, H. (2016). *Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas del río Grande y su relación con la actividad minera* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1299>
- García, B. (2019). *Contaminación del agua por metales pesados As, B, Cu, Pb, Cd y CN⁻ en las cuencas de los ríos Tambo, Quilca, Camaná y Ocoña de la región Arequipa* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10764>
- Galván Usma, José Luis. (2016). *Evaluación de sistemas de humedales contruidos para la disminución de la concentración de metales pesados generados por los drenajes ácidos de minería*. [Tesis de maestría. Universidad Tecnológica de Pereira].
- Gobierno Regional La Libertad. (2020). Informe de estimación del riesgo por peligro inminente ante contaminación de las aguas superficiales del Río Moche.

- Hedin, R.S., Watzlaf, G.R. y Nairn, R.W. (1994). Passive treatment of acid mine drainage with limestone. *Journal of Environmental Quality*, 23 (6), 1338-1345. <https://doi.org/10.2134/jeq1994.00472425002300060030x>
- Huaranga Moreno, F., Méndez, E., Quilcat, V. & Huaranga Arévalo, F. (2012). Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche, 1980 – 2010, La Libertad – Perú. *Scientia Agropecuaria*, 3(3), 235-247.
- Londoño, L. Londoño, P. Muñoz, Fabián. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*.
- La lucha por la legalidad en la actividad minera (2016) Informe Sectorial N° 12. Ministerio del ambiente.
- López, E., Aduvire, O. y Barettino, D. (2002). Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: estado actual y perspectivas de futuro. *Boletín Geológico y Minero*, 113 (1): 3-21. ISSN: 0366-0176. https://www.igme.es/Boletin/2002/113_1_2002/4-ARTICULO%20TRATAMIENTOS.pdf
- Miñano, A., Rebaza, A. (2019). *Evaluación cuantitativa del impacto ambiental causado por la minería informal en el distrito de Quiruvilca – Santiago de Chuco* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13567>
- Ministerio del Ambiente. Glosario de términos. Sitios contaminados.2016

Ministerio del Ambiente. Lineamientos para la compensación ambiental en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). 2014.

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias.

Ministerio de Agricultura y Riego. Autoridad Nacional del Agua. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. 2016.

Ministerio de Fomento y O.P. Dirección General de Minería. Servicio de Geología y Minería. (1967). Boletín N°17. Geología de los cuadrángulos de Poémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa.

Moreno, Cristina., Aduvire, Osvaldo., Alberruche, Esther. y Vadillo, Lucas. (2007). Procesos de atenuación natural en ríos afectados por efluentes ácidos en la Cuenca del Bierzo. XII Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales. Oviedo.

Nordstrom, D.K. y Alpers, C.N. (1999). Geochemistry of acid mine waters. En: Plumlee, G.S., Logsdon, M.J. (eds), The environmental geochemistry of mineral deposits. Reviews in Economic Geology, SEG, Littleton, CO. USA. (6A),133-156.

<https://www.resolutionmineeis.us/sites/default/files/references/nordstrom-alpers-1999.pdf>

- Ortiz, Laura. (2015). *Análisis físico, químico y microbiológico del sistema de agua de la junta administradora de agua potable y alcantarillado regional Yanahurco antes y después del tratamiento convencional* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
- Osinergmin. (2017). La industria de la minería en el Perú.
- Paredes Arquiola, J. (2004). *Integración de la modelación de la calidad del agua en un sistema de ayuda a la decisión para la gestión de recursos hídricos* [Tesis doctoral no publicada, Universitat Politècnica de València].
<https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/1895>
- Ramírez, A. (2002). Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. *Anales De La Facultad De Medicina*, 63(1), 51–64.
<https://doi.org/10.15381/anales.v63i1.1477>
- Sánchez, Javier. y Santofimia, Esther. (2005). Geochemistry and mineralogy of AMD in the Iberian Pyrite Belt (Spain). *Instituto Geológico y Minero de España*. <https://www.researchgate.net/publication/241681984>
- Resolución Ministerial N° 200-2021-MINEM/DM. Aprueban actualización del inventario inicial de pasivos ambientales mineros, aprobado mediante R.M. N° 290-2006-MEM/DM. 2021
- Ricardo J. Sánchez. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La bonanza de los recursos naturales para el desarrollo. Dilemas de gobernanza. 2019.

Sáez Rivera, Fernando (2005). Geología y exploración del yacimiento de Salpo, Otuzco, La Libertad. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica.

Vásquez Villanueva, Absalón. (2000). Manejo de cuencas altoandinas. Universidad Agraria La Molina.

Watzlaf, G. (1997). Passive treatment acid mine drainage in down- flow limestone systems. U.S. Department of Energy Technology Center, Pittsburgh, 233-244.

ANEXOS

INFORMES DE ENSAYO DE MONITOREO REALIZADO EN LA INVESTIGACIÓN

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16237

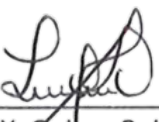
N° Id.: 0000059914

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : SARAI MASAKO MALO MÉNDEZ
2.-DIRECCIÓN : Avenida Miraflores cuadra 8 lote 24 manzana LL - Distrito de Trujillo - Departamento de La Libertad.
3.-PROYECTO : DATO PROPORCIONDO POR EL CLIENTE
4.-PROCEDENCIA : LA PUNTA - CALLAO
5.-SOLICITANTE : SARAI MASAKO MALO MÉNDEZ.
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000004642-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
8.-MUESTREADO POR : EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2022-10-05

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 4
2.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-09-19
3.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022-09-19 al 2022-10-05



Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.Alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:

Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.Alab.com.pe

SEDE PIURA:

Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.Alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16237

N° Id.: 0000059914

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Metales Disueltos ICP-MS ^(*)	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
Metales Totales ICP-MS ^(*)	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.

^(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA^(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado**SEDE PRINCIPAL**Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.Alab.com.pe**SEDE AREQUIPA:**Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.Alab.com.pe**SEDE PIURA:**Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.Alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16237

N° Id.: 0000059914

IV. RESULTADOS

ITEM				1	2	3	4	
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-49394	M-22-49395	M-22-49396	M-22-49397	
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PS-01	PS-02	PS-03	PS-04	
COORDENADAS:				E:0765103	E:0765291	E:0765521	E:0768205	
UTM WGS 84:				N:9116074	N:9116295	N:9116438	N:9116710	
PRODUCTO:				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	
SUB PRODUCTO:				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :				18-09-2022 11:30	18-09-2022 15:35	18-09-2022 16:34	18-09-2022 18:00	
ENSAYO		UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Metales Disueltos ICP-MS								
Aluminio (*)		mg/L	0,001	0,003	88,890	60,070	67,260	0,149
Antimonio (*)		mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsénico (*)		mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Bario (*)		mg/L	0,00008	0,00030	0,02915	0,03200	0,03030	0,06278
Berilio (*)		mg/L	0,0001	0,0003	0,0441	0,0280	0,0317	<0,0003
Bismuto (*)		mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Boro (*)		mg/L	0,0003	0,0010	0,0654	0,1096	0,1362	0,0482
Cadmio (*)		mg/L	0,00005	0,00020	3,97522	2,68005	3,18678	<0,00020
Calcio (*)		mg/L	0,001	0,004	346,378	314,974	376,445	59,574
Cerio (*)		mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cesio (*)		mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Cobalto (*)		mg/L	0,0005	0,0020	0,5907	0,4016	0,4483	<0,0020
Cobre (*)		mg/L	0,00005	0,00020	42,24140	27,73800	30,64920	0,02321
Cromo (*)		mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Erbio (*)		mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Estaño (*)		mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Estroncio (*)		mg/L	0,00002	0,00005	1,45525	1,27067	1,50464	0,33502
Europio (*)		mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Fosforo (*)		mg/L	0,002	0,006	33,767	22,202	26,415	0,108
Gadolinio (*)		mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Galio (*)		mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Germanio (*)		mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hafnio (*)		mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hierro (*)		mg/L	0,001	0,002	17,425	5,173	3,068	0,141
Holmio (*)		mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003

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

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

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

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

SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chalaca 1877,
 Bellavista, Callao P (+511)
 7175810 / Anexo 112 Cel.:
 940 598 572
www.Alab.com.pe
SEDE AREQUIPA:

 Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
 P (+073) 616843
 Cel.: 932646642
www.Alab.com.pe
SEDE PIURA:

 Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.
 Miraflores II Etapa - Ref. Costado
 del colegio San Ignacio de Loyola. P
 (+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.Alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16237

N° Id.: 0000059914

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-49394	M-22-49395	M-22-49396	M-22-49397
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PS-01	PS-02	PS-03	PS-04
COORDENADAS:				E:0765103	E:0765291	E:0765521	E:0768205
UTM WGS 84:				N:9116074	N:9116295	N:9116438	N:9116710
PRODUCTO:				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO:				18-09-2022 11:30	18-09-2022 15:35	18-09-2022 16:34	18-09-2022 18:00
ENSAYO				UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	0,06520	0,04570	0,05543	<0,00010
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	105,6080	94,9469	115,7970	12,8282
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	31,68380	23,61920	30,74190	0,03161
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	0,7043	0,7133	1,2121	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	11,282	8,530	10,590	2,232
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sílice (**)	mg/L	0,0002	0,0007	91,2849	65,7775	75,1314	19,8460
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	42,5996	30,6962	35,0613	9,2615
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	52,8127	46,9418	52,4060	20,2369
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003

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

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

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

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

SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chalaca 1877,
 Bellavista, Callao P (+511)
 7175810 / Anexo 112 Cel.:
 940 598 572
www.Alab.com.pe
SEDE AREQUIPA:

 Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
 P (+073) 616843
 Cel.: 932646642
www.Alab.com.pe
SEDE PIURA:

 Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.
 Miraflores II Etapa - Ref. Costado
 del colegio San Ignacio de Loyola. P
 (+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.Alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16237

N° Id.: 0000059914

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-49394	M-22-49395	M-22-49396	M-22-49397
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PS-01	PS-02	PS-03	PS-04
COORDENADAS:				E:0765103	E:0765291	E:0765521	E:0768205
UTM WGS 84:				N:9116074	N:9116295	N:9116438	N:9116710
PRODUCTO:				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO:				18-09-2022 11:30	18-09-2022 15:35	18-09-2022 16:34	18-09-2022 18:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	0,2585	0,2484	0,2664	<0,0003
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,00005	0,00020	105,38900	93,02860	105,24200	0,19670
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Metales Totales ICP-MS							
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	94,040	62,470	70,480	0,155
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,03370	0,03410	0,03554	0,07175
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	0,0461	0,0308	0,0339	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	0,0705	0,1187	0,1440	0,0492
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	4,3271	2,9907	3,4341	<0,0002
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	349,181	353,185	395,808	63,275
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cesio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	0,6295	0,4517	0,4682	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	43,8648	28,8377	31,5859	0,0251
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Erbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/L	0,00002	0,00005	1,65530	1,43920	1,57977	0,36544

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

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

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

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

SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chalaca 1877,
 Bellavista, Callao P (+511)
 7175810 / Anexo 112 Cel.:
 940 598 572
www.Alab.com.pe
SEDE AREQUIPA:

 Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
 P (+073) 616843
 Cel.: 932646642
www.Alab.com.pe
SEDE PIURA:

 Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.
 Miraflores II Etapa - Ref. Costado
 del colegio San Ignacio de Loyola. P
 (+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.Alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16237

N° Id.: 0000059914

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-49394	M-22-49395	M-22-49396	M-22-49397
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PS-01	PS-02	PS-03	PS-04
COORDENADAS:				E:0765103	E:0765291	E:0765521	E:0768205
UTM WGS 84:				N:9116074	N:9116295	N:9116438	N:9116710
PRODUCTO:				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO:				18-09-2022 11:30	18-09-2022 15:35	18-09-2022 16:34	18-09-2022 18:00
ENSAYO		UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Europio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	37,058	25,000	27,664	0,121
Gadolinio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Galio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	17,459	5,894	3,124	0,166
Holmio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	0,07206	0,05096	0,05753	<0,00010
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	107,3190	106,2710	124,2870	13,8439
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	34,78730	26,31590	32,16940	0,03659
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	0,7700	0,8320	1,2634	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	12,280	9,563	10,906	2,308
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003

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

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

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

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

SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chalaca 1877,
 Bellavista, Callao P (+511)
 7175810 / Anexo 112 Cel.:
 940 598 572
www.Alab.com.pe
SEDE AREQUIPA:

 Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
 P (+073) 616843
 Cel.: 932646642
www.Alab.com.pe
SEDE PIURA:

 Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.
 Miraflores II Etapa - Ref. Costado
 del colegio San Ignacio de Loyola. P
 (+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.Alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16237

N° Id.: 0000059914

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-49394	M-22-49395	M-22-49396	M-22-49397
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PS-01	PS-02	PS-03	PS-04
COORDENADAS:				E:0765103	E:0765291	E:0765521	E:0768205
UTM WGS 84:				N:9116074	N:9116295	N:9116438	N:9116710
PRODUCTO:				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO:				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO:				18-09-2022 11:30	18-09-2022 15:35	18-09-2022 16:34	18-09-2022 18:00
ENSAYO		UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Sílice (**)	mg/L	0,001	0,002	97,231	72,118	82,136	20,909
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	45,3747	33,6549	38,3302	9,7577
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	56,5674	51,8110	57,6769	22,6051
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	0,2792	0,2846	0,3034	<0,0003
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	114,4750	100,4990	109,5070	0,2310
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003

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

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

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

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

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORMES DE ENSAYO DE LOS INFORMES PARTICIPATIVOS DEL ANA



LABORATORIO DE ENSAYO Y ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 39999/2019

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - RIO MOCHE

Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 02/07/2019

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 39999/2019

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 4

Nº ALS LS					335702/2019-1.0	335703/2019-1.0	335704/2019-1.0
Fecha de Muestreo					18/06/2019	18/06/2019	18/06/2019
Hora de Muestreo					09:40:00	12:00:00	15:00:00
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Identificación					RChan1	QADu1	RMoch12
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Resultado	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Cianuro Wad	11597	mg CN ⁻ /L	0,001	0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	5	2	< 2	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	10	7	7
Fenoles	11593	mg/L	0,001	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Fósforo	11599	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010	< 0,010	0,198
Nitratos	12370	mg NO3 ⁻ -N/L	0,008	0,02	---	4,275	---
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0,006	0,062	0,112	29,4	0,467
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica							
Cloruros, Cl ⁻	8100	mg/L	0,061	0,200	7,127	43,06	7,190
Nitratos, NO3 ⁻	8100	mg NO3 ⁻ /L	0,009	0,023	0,990	---	1,213
Nitratos, (como N)	8100	mg NO3-N/L	0,002	0,005	0,224	---	0,274
Sulfatos, SO4 ⁻²	8100	mg SO4 ⁻² /L	0,050	0,200	47,87	1987	280,6
007 ENSAYOS DE METALES -- Metales Totales por ICP-MS							
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	< 0,000003	0,004714
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,111	23,66	4,564
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00164	0,00206	0,22802
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,011	0,095	0,067
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0327	0,0275	0,0355
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	0,00550	0,00041
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	< 0,00002	0,00536
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	32,92	258,5	31,46
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	2,147	0,05046
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	0,15901	0,00973
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	< 0,0001	0,0025
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00064	19,60	2,334
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,2993	0,4684	22,43
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	1,14	13,77	1,38
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0011	0,0289	0,0067
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	7,567	78,18	9,908
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,05180	9,318	6,039
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00039	< 0,00002	0,00052
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	11,78	46,54	9,426
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	0,0335	0,0027
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	0,7044	1,296
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	< 0,00004	0,00432
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	11,3	24,8	11,2
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,2076	1,085	0,1820
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0040	< 0,0002	0,0061
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	0,00116	0,00069
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	0,002308	0,000785
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0009	< 0,0001	0,0027
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100	94,35	7,579
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS							
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100mL	1,8	---	170	< 1,8	< 1,8
Escherichia coli	7218	NMP/100mL	1,8	---	49	< 1,8	< 1,8
Huevos de Helmintos	16876	Huevos/L	1	1	< 1	< 1	< 1



INFORME DE ENSAYO: 39999/2019

Observaciones

LD: Límite de detección.

LQ: Límite de cuantificación.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1,0	5,0	mg/L	< 1,0	22/06/2019
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	20/06/2019
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	20/06/2019
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	20/06/2019
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	20/06/2019
Berilio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	20/06/2019
Bismuto (Bi)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	20/06/2019
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	20/06/2019
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	20/06/2019
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	20/06/2019
Cianuro Wad	0,001	0,004	mg/L	< 0,001	21/06/2019
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	20/06/2019
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	20/06/2019
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	25/06/2019
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	20/06/2019
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	20/06/2019
Coliformes Termotolerantes	1,8	---	NMP/100 mL	< 1,8	19/06/2019
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	20/06/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	5	mg/L	< 2	19/06/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	5	mg/L	< 2	20/06/2019
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	20/06/2019
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	20/06/2019
Escherichia coli	1,8	---	NMP/100 mL	< 1,8	19/06/2019
Escherichia coli	1,8	---	NMP/100 mL	< 1,8	19/06/2019
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	20/06/2019
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	20/06/2019
Fenoles	0,001	0,01	mg/L	< 0,001	20/06/2019
Fósforo	0,010	0,100	mg P/L	< 0,010	20/06/2019
Fósforo	0,010	0,100	mg P/L	< 0,010	20/06/2019
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	20/06/2019
Huevos de Helmintos	1	1	Huevos/L	< 1	25/06/2019
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	20/06/2019
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	20/06/2019
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	20/06/2019
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	20/06/2019
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	20/06/2019
Níquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	20/06/2019
Nitratos	0,008	0,02	mg NO3 ⁻ -N/L	< 0,008	20/06/2019
Nitratos	0,008	0,02	mg NO3 ⁻ -N/L	< 0,008	20/06/2019
Nitratos, (como N)	0,002	0,005	mg NO3 ⁻ -N/L	< 0,002	20/06/2019
Nitratos, (como N)	0,002	0,005	mg NO3 ⁻ -N/L	< 0,002	20/06/2019
Nitratos, (como N)	0,002	0,005	mg NO3 ⁻ -N/L	< 0,002	25/06/2019
Nitratos, NO3-	0,009	0,023	mg NO3 ⁻ -L	< 0,009	20/06/2019
Nitratos, NO3-	0,009	0,023	mg NO3 ⁻ -L	< 0,009	20/06/2019
Nitratos, NO3-	0,009	0,023	mg NO3 ⁻ -L	< 0,009	25/06/2019
Nitrógeno Amoniacal	0,006	0,062	mg NH3-N/L	< 0,006	20/06/2019
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	20/06/2019
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	20/06/2019
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	20/06/2019
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	20/06/2019
Silicio (Si)	0,2	0,3	mg/L	< 0,2	20/06/2019
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	20/06/2019
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	20/06/2019



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 39999/2019

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Sulfatos, SO ₄ -2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	20/06/2019
Sulfatos, SO ₄ -2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	25/06/2019
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	20/06/2019
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	20/06/2019
Uranio (U)	0,000003	0,000050	mg/L	< 0,000003	20/06/2019
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	20/06/2019
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	20/06/2019

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	100,8	80-120	22/06/2019
Aceites y Grasas	100,3	80-120	22/06/2019
Aluminio (Al)	98,4	80-120	20/06/2019
Antimonio (Sb)	117,2	80-120	20/06/2019
Arsénico (As)	102,6	80-120	20/06/2019
Bario (Ba)	102,0	80-120	20/06/2019
Berilio (Be)	99,8	80-120	20/06/2019
Bismuto (Bi)	101,3	80-120	20/06/2019
Boro (B)	98,0	80-120	20/06/2019
Cadmio (Cd)	102,5	80-120	20/06/2019
Calcio (Ca)	97,6	80-120	20/06/2019
Cianuro Wad	97,8	80-120	21/06/2019
Cianuro Wad	91,9	80-120	21/06/2019
Cloruros, Cl-	107,1	80-120	20/06/2019
Cloruros, Cl-	103,9	80-120	20/06/2019
Cloruros, Cl-	114,2	80-120	25/06/2019
Cobalto (Co)	99,4	80-120	20/06/2019
Cobre (Cu)	101,9	80-120	20/06/2019
Cromo (Cr)	104,4	80-120	20/06/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	101,0	80-120	19/06/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	93,9	80-120	20/06/2019
Demanda Química de Oxígeno	100,8	80-120	20/06/2019
Demanda Química de Oxígeno	102,0	80-120	20/06/2019
Estaño (Sn)	102,6	80-120	20/06/2019
Estroncio (Sr)	98,6	80-120	20/06/2019
Fenoles	99,2	80-120	20/06/2019
Fenoles	100,4	80-120	20/06/2019
Fósforo	91,7	80-120	20/06/2019
Fósforo	100,0	80-120	20/06/2019
Fósforo	91,3	80-120	20/06/2019
Fósforo	100,8	80-120	20/06/2019
Hierro (Fe)	97,4	80-120	20/06/2019
Litio (Li)	100,4	80-120	20/06/2019
Magnesio (Mg)	93,2	80-120	20/06/2019
Manganeso (Mn)	106,0	80-120	20/06/2019
Mercurio (Hg)	83,2	80-120	20/06/2019
Molibdeno (Mo)	106,2	80-120	20/06/2019
Niquel (Ni)	107,4	80-120	20/06/2019
Nitratos	107,0	85-115	20/06/2019
Nitratos	104,0	85-115	20/06/2019
Nitratos, (como N)	105,6	80-120	20/06/2019
Nitratos, (como N)	102,7	80-120	20/06/2019
Nitratos, (como N)	103,0	80-120	25/06/2019
Nitratos, NO ₃ -	105,5	80-120	20/06/2019
Nitratos, NO ₃ -	102,6	80-120	20/06/2019
Nitratos, NO ₃ -	103,0	80-120	25/06/2019
Nitrógeno Amoniacal	94,5	80-120	20/06/2019
Nitrógeno Amoniacal	100,8	80-120	20/06/2019
Plata (Ag)	104,1	80-120	20/06/2019
Plomo (Pb)	102,6	80-120	20/06/2019
Potasio (K)	97,4	80-120	20/06/2019



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 39999/2019

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Selenio (Se)	105,4	80-120	20/06/2019
Silicio (Si)	96,0	80-120	20/06/2019
Sodio (Na)	102,0	80-120	20/06/2019
Sulfatos, SO4-2	107,1	80-120	20/06/2019
Sulfatos, SO4-2	100,2	80-120	20/06/2019
Sulfatos, SO4-2	114,7	80-120	25/06/2019
Talio (Tl)	100,1	80-120	20/06/2019
Titanio (Ti)	104,6	80-120	20/06/2019
Uranio (U)	103,3	80-120	20/06/2019
Vanadio (V)	96,8	80-120	20/06/2019
Zinc (Zn)	89,2	80-120	20/06/2019

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RChan1	Cliente	Aguas Superficiales	19/06/2019	18/06/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
QADul1	Cliente	Aguas Superficiales	19/06/2019	18/06/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMoch12	Cliente	Aguas Superficiales	19/06/2019	18/06/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed.2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11597	LME	Cianuro Wad (Skalar)	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
7218	LME	Escherichia coli 1,8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production)
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
11599	LME	Fósforo Total (Skalar)	ISO 15681-2 (Validado), 1st. Ed. 2003	Water Quality - Determination of orthophosphate and total phosphorus contents by flow analysis (FIA and CFA)
16876	LME	Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo.	Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
12370	LME	Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed.2017	Nitrogen (Nitrate): Cadmium Reduction Method
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection



INFORME DE ENSAYO: 39999/2019

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 39999/2019, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RChan1	335702/2019-1.0	qqlpmsq&3207533
QADul1	335703/2019-1.0	rqlpmsq&3307533
RMoch12	335704/2019-1.0	sqlpmsq&3407533

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.

Nº de Documento _____

Hoja N° _____ de _____

Grupo N°

Orden de Servicio N°

Proceso N°

Sede AREQUIPA

Av. Dolores N° 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa

Teléfono: 054-424570

SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede CERCADO
Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima
Teléfono: 01- 488 9500
SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

ENVIAR INFORME DE ENSAYO A:

CLIENTE	: AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
CONTACTO	: Percy PEREZ
DIRECCIÓN	: CAÑE 17A 355 V.O. EL POLVARAL SAN ISIDRO LINA
E-MAIL	:

FACTURAR A:

RAZÓN SOCIAL :	AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN :	CALLE 17N 355 Urb. El Palmaro San Isidro Uno
RUC :	20520711865
CONTACTO :	VICTOR ARISTENSI
TELÉFONO :	

DATOS DEL PROYECTO:

PROYECTO : MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA
SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RIO MOCHÉ

COTIZACIÓN :

MUESTREADO POR:

ESTACION DE MUESTREO	Tipo de Muestra (1)	FECHA DE MUESTREO	HORA (hh:mm)	CODIGO DE LABORATORIO
----------------------	------------------------	----------------------	-----------------	--------------------------

R Chen 1	AS	18-06-17	9:40	335702
Q Abdul 1	AS	18-06-19	12:00	335703
R Moch 12	AS	18-06-17	18:00	335704

OBSERVACIONES:

DATOS DE ENVIO: (INDICADOS POR EL CLIENTE):

Entregado por: OSCAR EDUARDO ALFARO UCAÑA

Fecha : 18 de Junio del 2019

Hora (hh:mm) :

DATOS A SER LLENADOS POR EL LABORATORIO	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100

Recibido en Laboratorio por: VICTOR NOVOA

Fecha : 9/06/2019 Hora (hh:mm): 07:00

Revisado por :

CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):

En buen estado:	Si	No
-----------------	----	----

Recipiente apropiado:	Si	No
-----------------------	----	----

Dentro del tiempo de conservación:	Si	No
------------------------------------	----	----

Correctamente preservadas :	Si	No
-----------------------------	----	----

Datos Muestreo Hidrobiológico

Volúmen (Litros)

Área Muestreo:

Macrobentos(m²)/ Perifiton (cm²)

(1) **Tipo de muestra:** ASUB=Agua Subterránea, AM=Agua Manantial, AT=Agua Termal, AS=Agua Superficial, R=Río, L=Laguna, Lago, *ALL=Agua de Lluvia, *APL=Agua Pluvial, ARD=Agua Residual Doméstica, ARI=Agua Residual Industrial, ARM=Agua Residual Municipal, AS=Agua de Bebida, *AP=Agua potable, *AMS=Agua de Mesa, *AE=Agua Envasada, APS=Agua de Piscina, ALA=Agua de Laguna Artificial, AMR=Agua de Mar, ASO=Agua Salobre, ASA=Agua de Salmuera, AR=Agua de Inyección y Reinyección, ACE=Agua de Circulación o enfriamiento, AAC=Agua de Alimentación para calderas, ACL=Agua de Calderas, ALX=Agua de Lixiviación, APU=Agua purificada, AD=Aceite Dieléctrico.

(2) Información llenada en recepción de muestras.

(3) Códigos parámetros en el POS 017-ANEXO I.

* Agua de lluvia o Agua Pluvial corresponde al tipo de Agua de Deposición Atmosférica.
 ** Agua Potable, Agua de Mesa y Agua Envasada corresponden al tipo de Agua de Bebida.

Revisión: 16

Fecha de Revisión: 29/11/2018



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-029



FDT 001 - 01

INFORME DE ENSAYO: 13131/2020

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - RIO MOCHE

Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 10/03/2020

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 8



INFORME DE ENSAYO: 13131/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 3

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

117550/2020-1.0

28/02/2020

09:20:00

Aguas Superficiales

QADu1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	05/03/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad	11597	04/03/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	01/03/2020	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	06/03/2020	mg O2/L	2	5	25
Fenoles	11593	02/03/2020	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo	11599	05/03/2020	mg P/L	0,010	0,100	< 0,010
Nitrógeno Total	11636	05/03/2020	mg N/L	0,024	0,071	9,790
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	01/03/2020	mg/L	0,061	0,200	11,12
Nitratos, NO3-	8100	01/03/2020	mg NO3-/L	0,009	0,023	22,56
Nitratos, (como N)	8100	01/03/2020	mg NO3-N/L	0,002	0,005	5,097
Sulfatos, SO4-2	8100	01/03/2020	mg/L	0,050	0,200	1945
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00008	0,00030	0,00068
Aluminio (Al)	20237	03/03/2020	mg/L	0,003	0,011	29,08
Arsénico (As)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0020
Boro (B)	20237	03/03/2020	mg/L	0,003	0,012	0,100
Bario (Ba)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0187
Berilio (Be)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0189
Bismuto (Bi)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	03/03/2020	mg/L	0,10	0,25	284,7
Cadmio (Cd)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00010	0,00025	1,508
Cobalto (Co)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,2161
Cromo (Cr)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0020
Cobre (Cu)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0003	0,0009	10,31
Hierro (Fe)	20237	03/03/2020	mg/L	0,016	0,048	11,97
Mercurio (Hg)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	03/03/2020	mg/L	0,02	0,05	8,78
Litio (Li)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0411
Magnesio (Mg)	20237	03/03/2020	mg/L	0,002	0,012	100,5
Manganeso (Mn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0005	14,84
Molibdeno (Mo)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Sodio (Na)	20237	03/03/2020	mg/L	0,01	0,02	46,17
Níquel (Ni)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0546
Fósforo (P)	20237	03/03/2020	mg/L	0,05	0,13	< 0,05
Plomo (Pb)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,5196
Antimonio (Sb)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0080
Silicio (Si)	20237	03/03/2020	mg/L	0,10	0,39	26,70
Estaño (Sn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00020	0,00049	1,140
Titanio (Ti)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0016
Talio (Tl)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0008
Uranio (U)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0031
Vanadio (V)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Zinc (Zn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,008	0,020	180,0



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 13131/2020

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

117550/2020-1.0

28/02/2020

09:20:00

Aguas Superficiales

QADu1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	29/02/2020	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
Escherichia coli	7218	29/02/2020	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
017 ENSAYOS PARASITOLÓGICOS						
Huevos de Helmintos	16876	05/03/2020	Huevos/L	1	1	< 1

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

117551/2020-1.0

28/02/2020

10:00:00

Aguas Superficiales

RChon1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	05/03/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad	11597	04/03/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	01/03/2020	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	06/03/2020	mg O2/L	2	5	27
Fenoles	11593	02/03/2020	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo	11599	05/03/2020	mg P/L	0,010	0,100	0,065
Nitrógeno Total	11636	03/03/2020	mg N/L	0,024	0,071	0,308
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	01/03/2020	mg/L	0,061	0,200	7,175
Nitratos, NO3-	8100	01/03/2020	mg NO3-/L	0,009	0,023	< 0,009
Nitratos, (como N)	8100	01/03/2020	mg NO3-N/L	0,002	0,005	< 0,002
Sulfatos, SO4-2	8100	01/03/2020	mg/L	0,050	0,200	56,47
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	03/03/2020	mg/L	0,003	0,011	0,117
Arsénico (As)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0034
Boro (B)	20237	03/03/2020	mg/L	0,003	0,012	0,032
Bario (Ba)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0358
Berilio (Be)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	03/03/2020	mg/L	0,10	0,25	42,00
Cadmio (Cd)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00010	0,00025	0,00045
Cobalto (Co)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0045
Hierro (Fe)	20237	03/03/2020	mg/L	0,016	0,048	0,239
Mercurio (Hg)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	03/03/2020	mg/L	0,02	0,05	1,45
Litio (Li)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0007	0,0013	< 0,0007
Magnesio (Mg)	20237	03/03/2020	mg/L	0,002	0,012	9,730
Manganeso (Mn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0835
Moibdeno (Mo)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0008
Sodio (Na)	20237	03/03/2020	mg/L	0,01	0,02	14,99
Níquel (Ni)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Fósforo (P)	20237	03/03/2020	mg/L	0,05	0,13	0,07
Plomo (Pb)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Antimonio (Sb)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003
Selenio (Se)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	03/03/2020	mg/L	0,10	0,39	9,50
Estaño (Sn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,24420
Titanio (Ti)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0035



INFORME DE ENSAYO: 13131/2020

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

117551/2020-1.0

28/02/2020

10:00:00

Aguas Superficiales

RChon1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Talio (Tl)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Vanadio (V)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0014
Zinc (Zn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,008	0,020	0,047

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

117551/2020-1.0

28/02/2020

10:00:00

Aguas Superficiales

RChon1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	29/02/2020	NMP/100 mL	1,8	---	79
Escherichia coli	7218	29/02/2020	NMP/100 mL	1,8	---	49
017 ENSAYOS PARASITOLÓGICOS						
Huevos de Helminths	16876	05/03/2020	Huevos/L	1	1	< 1

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

117553/2020-1.0

28/02/2020

11:30:00

Aguas Superficiales

QCush1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	05/03/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad	11597	04/03/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	01/03/2020	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	06/03/2020	mg O2/L	2	5	32
Fenoles	11593	02/03/2020	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo	11599	05/03/2020	mg P/L	0,010	0,100	0,070
Nitrógeno Total	11636	03/03/2020	mg N/L	0,024	0,071	0,659
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	01/03/2020	mg/L	0,061	0,200	48,72
Nitratos, NO3-	8100	01/03/2020	mg NO3-/L	0,009	0,023	1,962
Nitratos, (como N)	8100	01/03/2020	mg NO3-N/L	0,002	0,005	0,443
Sulfatos, SO4-2	8100	01/03/2020	mg/L	0,050	0,200	330,1
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	03/03/2020	mg/L	0,003	0,011	0,126
Arsénico (As)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0224
Boro (B)	20237	03/03/2020	mg/L	0,003	0,012	0,172
Bario (Ba)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0212
Berilio (Be)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	03/03/2020	mg/L	0,10	0,25	123,5
Cadmio (Cd)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00010	0,00025	0,00030
Cobalto (Co)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Cromo (Cr)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0013
Cobre (Cu)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0053
Hierro (Fe)	20237	03/03/2020	mg/L	0,016	0,048	0,258
Mercurio (Hg)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	03/03/2020	mg/L	0,02	0,05	3,18
Litio (Li)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0042
Magnesio (Mg)	20237	03/03/2020	mg/L	0,002	0,012	33,28



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 13131/2020

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

117553/2020-1.0

28/02/2020

11:30:00

Aguas Superficiales

QCush1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Manganeso (Mn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,1981
Molibdeno (Mo)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0060
Sodio (Na)	20237	03/03/2020	mg/L	0,01	0,02	50,93
Níquel (Ni)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Fósforo (P)	20237	03/03/2020	mg/L	0,05	0,13	0,07
Plomo (Pb)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0045
Antimonio (Sb)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0013
Selenio (Se)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	03/03/2020	mg/L	0,10	0,39	15,90
Estaño (Sn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,5461
Titanio (Ti)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0070
Talio (Tl)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0027
Vanadio (V)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0019
Zinc (Zn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,008	0,020	0,032

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

117553/2020-1.0

28/02/2020

11:30:00

Aguas Superficiales

QCush1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	29/02/2020	NMP/100 mL	1,8	---	140
Escherichia coli	7218	29/02/2020	NMP/100 mL	1,8	---	49
017 ENSAYOS PARASITOLÓGICOS						
Huevos de Helmintos	16876	05/03/2020	Huevos/L	1	1	< 1

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

117554/2020-1.0

28/02/2020

12:30:00

Aguas Superficiales

RMosh12

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	05/03/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad	11597	04/03/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	01/03/2020	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	06/03/2020	mg O2/L	2	5	26
Fenoles	11593	02/03/2020	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo	11599	05/03/2020	mg P/L	0,010	0,100	0,231
Nitrógeno Total	11636	03/03/2020	mg N/L	0,024	0,071	0,537
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	01/03/2020	mg/L	0,061	0,200	3,383
Nitratos, NO3-	8100	01/03/2020	mg NO3-/L	0,009	0,023	0,546
Nitratos, (como N)	8100	01/03/2020	mg NO3-N/L	0,002	0,005	0,123
Sulfatos, SO4-2	8100	01/03/2020	mg/L	0,050	0,200	325,6
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	03/03/2020	mg/L	0,003	0,011	6,831
Arsénico (As)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,3817
Boro (B)	20237	03/03/2020	mg/L	0,003	0,012	0,061
Bario (Ba)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0262



INFORME DE ENSAYO: 13131/2020

N° ALS LS
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Tipo de Muestra
Identificación

117554/2020-1.0
28/02/2020
12:30:00
Aguas Superficiales
RMosh12

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Berilio (Be)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Bismuto (Bi)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Calcio (Ca)	20237	03/03/2020	mg/L	0,10	0,25	36,30
Cadmio (Cd)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00010	0,00025	0,05846
Cobalto (Co)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0129
Cromo (Cr)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0007	0,0012	0,0016
Cobre (Cu)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0003	0,0009	3,511
Hierro (Fe)	20237	03/03/2020	mg/L	0,016	0,048	37,11
Mercurio (Hg)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	03/03/2020	mg/L	0,02	0,05	1,48
Litio (Li)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0097
Magnesio (Mg)	20237	03/03/2020	mg/L	0,002	0,012	11,95
Manganeso (Mn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0005	7,318
Molibdeno (Mo)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Sodio (Na)	20237	03/03/2020	mg/L	0,01	0,02	8,98
Níquel (Ni)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0043
Fósforo (P)	20237	03/03/2020	mg/L	0,05	0,13	0,21
Plomo (Pb)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0733
Antimonio (Sb)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0053
Selenio (Se)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	03/03/2020	mg/L	0,10	0,39	10,70
Estaño (Sn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	03/03/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,18330
Titanio (Ti)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0136
Talio (Tl)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0009
Uranio (U)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0012
Vanadio (V)	20237	03/03/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0036
Zinc (Zn)	20237	03/03/2020	mg/L	0,008	0,020	9,984

N° ALS LS
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Tipo de Muestra
Identificación

117554/2020-1.0
28/02/2020
12:30:00
Aguas Superficiales
RMosh12

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	29/02/2020	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
Escherichia coli	7218	29/02/2020	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
017 ENSAYOS PARASITOLÓGICOS						
Huevos de Helmintos	16876	05/03/2020	Huevos/L	1	1	< 1

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo.
- No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.



INFORME DE ENSAYO: 13131/2020

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
QADul1	Cliente	Aguas Superficiales	29/02/2020	28/02/2020	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RChon1	Cliente	Aguas Superficiales	29/02/2020	28/02/2020	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
QCush1	Cliente	Aguas Superficiales	29/02/2020	28/02/2020	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMosh12	Cliente	Aguas Superficiales	29/02/2020	28/02/2020	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20493	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado, 2019)	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado), 2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11597	LME	Cianuro Wad (Skalar)	ASTM D6888-16 (2016) (Validado Modificado, 2017)	Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
7218	LME	Escherichia coli 1,8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production)
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
11599	LME	Fósforo Total (Skalar)	ISO 15681-2:2018, Second edition (Validado Modificado, 2017)	Water Quality - Determination of orthophosphate and total phosphorus contents by flow analysis (FIA and CFA)
16876	LME	Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo.	Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 13131/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
QADul1	117550/2020-1.0	rrmqrr&1055711
RChon1	117551/2020-1.0	srmlrr&1155711
QCush1	117553/2020-1.0	trmlrr&1355711
RMosh12	117554/2020-1.0	urmlrr&1455711

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.



INFORME DE ENSAYO: 13131/2020

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.

Nº de Documento _____
Hoja Nº _____ de _____

Grupo N° 13131/2020
Orden de Servicio N° 61651
Proceso N° 2854

Sede CERCADO
Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima
Teléfono: 01- 488 9500
SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA
Av. Dolores N° 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa
Teléfono: 054-424570
SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

CLIENTE	: AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
CONTACTO	: PERCY PEREZ
DIRECCIÓN	: Calle 13 N° 355 - Urb El Palomar - San Isidro
E-MAIL	:

FACTURAR A:

RAZÓN SOCIAL :	AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN :	Calle 19 N°355- Urb. El Palomar- San Isidro
RUC :	20520711865
CONTACTO :	Victor Arismendi
TELÉFONO :	

DATOS DEL PROYECTO:

PROYECTO : Monitoreo de Calidad del Agua
Superficial cuenca rio Moche.

COTIZACIÓN :

MUESTREADO POR:

[illegible]

OBSERVACIONES:

DATOS DE ENVIO: (INDICADOS POR EL CLIENTE):

Entregado por: Oscar Alfaro Vcoñay.

Fecha :

Hora (hh:mm) :

CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):

En buen estado:	Si	No
-----------------	----	----

Recipiente apropiado:	Si	No
-----------------------	----	----

Dentro del tiempo de conservación:	Si	No
------------------------------------	----	----

Dentro del tiempo de conservación:	SI	NO
Correctamente preservadas :	Si	No

(1) Tipo de muestra: ASUB=Agua Subterránea,AM=Agua Manantial,AT=Agua Termal,AS=Agua Superficial,R=Río,L=Laguna, Lago, *ALL=Agua de Lluvia,*APL=Agua Pluvial,ARD=Agua Residual Doméstica,ARI=Agua Residual Industrial,ARM=Agua Residual Municipal,AB=Agua de Bebida,**AP=Agua potable,**AMS=Agua de Mese,**AE=Agua Envasada,APS=Agua de Piscina,ALA=Agua de Laguna Artificial,AMR=Agua de Mar,ASO=Agua Salobre,ASA=Agua Salmuera,ALR=Agua de Inyección y Reinyección.ACE=Agua de Circulación o enfriamiento,AAC=Agua de Alimentación para calderas,ACL=Agua de Calderas,ALX=Agua de Lixiviación,APU=Agua purificada,AD=Aceite Dieléctrico.

(2) Información llenada en recepción de muestras.

(3) Códigos parámetros en el POS 017-ANEXO I.

* Agua de lluvia o Agua Pluvial corresponde al tipo de Agua de Deposición Atmosférica.

** Agua Potable, Agua de Mesa y Agua Envasada corresponden al tipo de Agua de Bebida.

DATOS A SER LLENADOS POR EL LABORATORIO

Recibido en Laboratorio por: VICTOR NOVOA *[Signature]*

Fecha : 25/07/2023 Hora (hh:mm) : 08:00

Revisado por :

Datos Muestreo Hidrobiológico

Volúmen (Litros)

Área Muestreo:
Macrobentos(m²) / Perifiton (cm²)



**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA / UE002 MODERNIZACIÓN DE LA GESTIÓN
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

AV. PABLO CARRIQUIRY NRO. 272 URB. EL PALOMAR (ESPALDA DEL COLEGIO SAN AGUSTIN) LIMA -
LIMA - SAN ISIDRO

ENV / LB-351259-140

PROCEDENCIA : CUENCA MOCHE

Fecha de Recepción SGS : 07-10-2022

Fecha de Ejecución : Del 07-10-2022 al 17-10-2022

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
QAdull1
RChan1
ROtuz1
RMoch11
RMoch5

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 20/10/2022

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Coordinador de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 1 de 10

**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QAdul1	RChan1
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					06/10/2022 08:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	06/10/2022 09:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3	<3
Cromo Hexavalente Total (VI)	EW_APHA3500CRB	mgCr/L	0.002	0.005	<0.005	<0.005
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	21.14 ± 1.69	0.42 ± 0.030
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	<0.010	<0.010
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	<4.5
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4	<0.4
Fenoles	EW_EPA420_2_4	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005	<0.0005
S.A.A.M.(Detergentes)	EW_ISO16265	mg/L	0.020	0.050	<0.050	<0.050
Cianuro WAD	EW_OIA1677	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008	<0.0008
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	38.150 ± 4.96	10.461 ± 1.36
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	1.030 ± 0.13	0.147 ± 0.019
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	80.642 ± 11.69	<0.062
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	18.218 ± 4.0080	<0.014
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.016	0.052	18.218 ± 5.28	<0.052
Nitrito	EW_EPA300_0	mg/L	0.003	0.006	<0.006	<0.006
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002	<0.002
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	<0.03	51.30 ± 6.16
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	<1.8 (**)	230
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F	NMP/100 mL	--	--	<1.8 (**)	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	60.941 ± 5.49	0.093 ± 0.0080
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00521 ± 0.00057	0.00298 ± 0.00033
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0253 ± 0.0023
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.02494 ± 0.0052	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.091 ± 0.011	0.035 ± 0.0040
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	3.10815 ± 0.71	0.00216 ± 0.00050
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	334.504 ± 33.45	47.141 ± 4.71
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.40587 ± 0.033	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0014 ± 0.00020	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.39608 ± 0.036	0.00032 ± 0.000030
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	55.84991 ± 13.96	0.02147 ± 0.0054
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0024 ± 0.00060	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	1.7420 ± 0.16	0.3366 ± 0.030
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00245 ± 0.00020	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	1.7957 ± 0.14	0.0764 ± 0.0061
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0991 ± 0.027	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0475 ± 0.0043	0.0015 ± 0.00010
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00249 ± 0.00070	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	108.290 ± 12.99	11.556 ± 1.39
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	33.81848 ± 2.37	0.03575 ± 0.0025
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00113 ± 0.00026	0.00057 ± 0.00013
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0941 ± 0.022	<0.0006
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	0.001170 ± 0.00018	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.9933 ± 0.089	0.0007 ± 0.00010
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	10.43 ± 0.83	1.22 ± 0.10
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0371 ± 0.0037	<0.0009
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0187 ± 0.0043	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	83.61 ± 10.030	9.58 ± 1.15
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	39.08 ± 4.69	4.48 ± 0.54
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	56.722 ± 6.24	20.022 ± 2.20
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00050 ± 0.00012	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00111 ± 0.000080	<0.00019

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 2 de 10

**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QAdul1	RChan1
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					06/10/2022 08:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	06/10/2022 09:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0102 ± 0.0013	0.0017 ± 0.00020
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.006890 ± 0.0014	0.000107 ± 0.000022
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01808 ± 0.0038	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	731.5757 ± 73.16	0.2684 ± 0.027
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ROtuz1	RMoch11
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					06/10/2022 10:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	06/10/2022 11:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	16 ± 4	11 ± 3
Cromo Hexavalente Total (VI)	EW_APHA3500CRB	mgCr/L	0.002	0.005	<0.005	<0.005
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	16.95 ± 1.36	0.76 ± 0.060
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	2.261 ± 0.18	0.297 ± 0.024
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	50.7 ± 5.10	7.2 ± 0.70
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4	<0.4
Fenoles	EW EPA420 2 4	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005	<0.0005
S.A.A.M.(Detergentes)	EW ISO16265	mg/L	0.020	0.050	<0.050	0.922 ± 0.27
Cianuro WAD	EW_OIA1677	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008	<0.0008
Aniones						
Cloruro	EW EPA300 0	mg/L	0.025	0.050	46.642 ± 6.063	2.591 ± 0.39
Fluoruro	EW EPA300 0	mg/L	0.002	0.004	0.175 ± 0.023	0.364 ± 0.047
Nitrato	EW EPA300 0	mg/L	0.031	0.062	<0.062	<0.062
Nitrato (como N)	EW EPA300 0	mg/L	0.007	0.014	<0.014	<0.014
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW EPA300 0	mg/L	0.016	0.052	<0.052	<0.052
Nitrito	EW EPA300 0	mg/L	0.003	0.006	<0.006	<0.006
Nitrito (como N)	EW EPA300 0	mg/L	0.001	0.002	<0.002	<0.002
Sulfato	EW EPA300 0	mg/L	0.01	0.03	44.47 ± 5.34	379.15 ± 45.50
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	2800	170
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.243 ± 0.022	13.043 ± 1.17
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00026 ± 0.000070	0.00605 ± 0.0017
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00859 ± 0.00094	1.25536 ± 0.14
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0520 ± 0.0047	0.0140 ± 0.0013
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00134 ± 0.00028
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00010 ± 0.000020	0.00120 ± 0.00025
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.137 ± 0.016	0.044 ± 0.0050
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00022 ± 0.000050	0.09235 ± 0.021
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	69.371 ± 6.94	32.434 ± 3.24
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00028 ± 0.000020	0.00953 ± 0.00077
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0013 ± 0.00020	0.0028 ± 0.00050
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00074 ± 0.000070	0.01845 ± 0.0017
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00556 ± 0.0014	8.19976 ± 2.050
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0004 ± 0.00010	0.0017 ± 0.00040
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	0.00068 ± 0.00013
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4775 ± 0.043	0.1220 ± 0.011
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	2.229 ± 0.62	0.281 ± 0.079
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00340 ± 0.00028
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.9516 ± 0.076	74.1342 ± 5.93
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0041 ± 0.0011

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 3 de 10

**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ROtuz1	RMoch11
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					06/10/2022 10:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	06/10/2022 11:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0132 ± 0.0012	0.0122 ± 0.0011
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00008 ± 0.000020
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	16.522 ± 1.98	12.076 ± 1.45
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.94879 ± 0.066	9.65835 ± 0.68
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00082 ± 0.00019	0.00042 ± 0.00010
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0008 ± 0.00020	0.0052 ± 0.0012
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	0.000047 ± 0.0000070
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0370 ± 0.0033
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	17.46 ± 1.40	1.54 ± 0.12
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0152 ± 0.0015	0.0062 ± 0.00060
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	26.22 * ± 3.15	20.60 * ± 2.47
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	12.26 ± 1.47	9.63 ± 1.16
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	161.743 ± 17.79	7.917 ± 0.87
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00248 ± 0.00057
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0165 ± 0.0021	0.0060 ± 0.00080
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000421 ± 0.000088	0.001787 ± 0.00038
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0012 ± 0.00020
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00064 ± 0.00013
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0725 ± 0.0073	15.3613 ± 1.54
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RMoch5
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					06/10/2022 12:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	112 ± 26
Cromo Hexavalente Total (VI)	EW_APHA3500CRB	mg Cr/L	0.002	0.005	<0.005
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	0.70 ± 0.060
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.353 ± 0.028
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mg O2/L	1.8	4.5	7.0 ± 0.70
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4
Fenoles	EW_EPA420 2 4	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005
S.A.A.M.(Detergentes)	EW_ISO16265	mg/L	0.020	0.050	<0.050
Cianuro WAD	EW_OIA1677	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008
Aniones					
Cloruro	EW_EPA300 0	mg/L	0.025	0.050	3.569 ± 0.53
Fluoruro	EW_EPA300 0	mg/L	0.002	0.004	0.322 ± 0.042
Nitrato	EW_EPA300 0	mg/L	0.031	0.062	<0.062
Nitrato (como N)	EW_EPA300 0	mg/L	0.007	0.014	<0.014
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300 0	mg/L	0.016	0.052	<0.052
Nitrito	EW_EPA300 0	mg/L	0.003	0.006	<0.006
Nitrito (como N)	EW_EPA300 0	mg/L	0.001	0.002	<0.002
Sulfato	EW_EPA300 0	mg/L	0.01	0.03	316.72 ± 38.010
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	<1.8
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F	NMP/100 mL	--	--	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helminthos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0
Metales Totales					
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	12.568 ± 1.13
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00567 ± 0.0016

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 4 de 10

**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RMoch5
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					06/10/2022 12:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales					
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	1.16463 ± 0.13
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0155 ± 0.0014
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00122 ± 0.00026
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00149 ± 0.00031
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.049 ± 0.0060
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.09218 ± 0.021
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	33.810 ± 3.38
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00913 ± 0.00074
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0028 ± 0.00050
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.01745 ± 0.0016
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	7.82509 ± 1.96
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0018 ± 0.00050
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00062 ± 0.00012
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1303 ± 0.012
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	0.331 ± 0.093
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00325 ± 0.00026
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	69.4444 ± 5.55
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0039 ± 0.0011
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0121 ± 0.0011
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00008 ± 0.000020
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	12.218 ± 1.47
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	9.38249 ± 0.66
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00047 ± 0.00011
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0054 ± 0.0012
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000034 ± 0.0000050
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0379 ± 0.0034
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	2.23 ± 0.18
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0066 ± 0.00070
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	21.10 * ± 2.53
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	9.86 ± 1.18
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	11.105 ± 1.22
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00236 ± 0.00054
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0076 ± 0.0010
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.001754 ± 0.00037
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ± 0.00020
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00061 ± 0.00013
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	14.6444 ± 1.46
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045

**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**
CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Cianuro WAD	mg/L	0.0008	<0.0008		101 - 112%	91 - 102%	1 - 7%
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		95 - 105%	100 - 103%	3%
S.A.A.M.(Detergentes)	mg/L	0.050	<0.050		98 - 100%	98 - 102%	0 - 5%
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	0 - 3%	97 - 101%		
Aceites y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	103%	105%	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		104 - 108%		
Fenoles	mg/L	0.0005	<0.0005		107%	97%	9%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		97 - 100%	101%	3 - 13%
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		97 - 102%	95 - 109%	0%
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	98 - 104%	94%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	93 - 106%	109%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	93 - 97%	93%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	101 - 103%	96%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 100%	103%	4%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	94 - 98%	102%	2%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	92 - 93%	97%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	95 - 109%	99%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	101 - 103%	97%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	104 - 123%	96%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	95 - 97%	100%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	92 - 93%	98%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	2%	100 - 106%	105%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	92 - 96%	102%	0%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	97 - 101%	95%	7%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	98 - 105%	96%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0%	101 - 106%	108%	1%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	7%	91 - 98%	105%	4%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	102 - 104%	99%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	100 - 101%	94%	1%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 105%	94%	12%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	97 - 100%	93%	4%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	101 - 103%	94%	13%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	100%	103%	2%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	102 - 104%	105%	7%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	100%	93%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	100 - 103%	109%	11%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	99 - 104%	93%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	98 - 108%	105%	1%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	95 - 100%	105%	1%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	98 - 100%	103%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	101 - 102%	101%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0%	100%	105%	13%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0%	96 - 103%	106%	11%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	92 - 97%	97%	3%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0%	108%	104%	4%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0%	97 - 108%	104%	4%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0%	98 - 106%	91%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	91 - 99%	102%	4%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	94 - 101%	102%	1%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	100 - 109%	106%	1%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	93 - 101%	99%	2%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96%	92%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	92 - 100%	97%	4%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	96 - 99%	95%	1%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 98%	104%	3%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	99 - 101%	103%	1%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	6%	96 - 109%	92%	1%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	95 - 99%	98%	2%
Cromo Hexavalente Total (VI)	mgCr/L	0.005	<0.005		94 - 101%	89 - 90%	3 - 6%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Fluoruro	mg/L	0.004	<0.004		99 - 100%	100 - 106%	0 - 8%

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 6 de 10

**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Nitrato	mg/L	0.062	<0.062		100 - 101%	100 - 101%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100 - 101%	100%	0 - 1%
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	mg/L	0.052	<0.052		100 - 101%	100%	0%
Nitrito	mg/L	0.006	<0.006		100 - 101%	100%	0%
Nitrito (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100 - 101%	100%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100%	0%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA3500CRB	Callao	Cromo Hexavalente Total (VI)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr-B, 23rd Ed., 2017. Chromium. Colorimetric Method. 2017 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance)
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed. 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F. J; 23rd Ed. 2017 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_APHA9221F	Callao	Numeración de Escherichia coli (EC-MUG)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F. Item 1, 23rd Ed. 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)
EW_EPA300_0	Callao	Cloruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Fluoruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrato (como N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrato	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrito (como N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrito	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Sulfato	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA420_2_4	Callao	Fenoles	EPA Method 420.2 (1974) EPA Method 420.4 Rev. 01:1993. Phenolics (Colorimetric, Automated 4-AAP with Distillation) /// Determination of Total Recoverable Phenolics By Semi-Automated Colorimetry. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_ISO16265	Callao	S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265; 1st.Ed: 2009. Water quality -- Determination of the Methylene blue active substances (MBAS) index -- Method using continuous flow analysis (CFA) (VALIDO - Aplicado fuera del alcance) 2014
EW_OIA1677	Callao	Cianuro WAD	EPA Method OIA-1677-09:2010, Available Cyanide by Ligand Exchange and Flow Injection Analysis (FIA) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_SGS_MAC04_CX	Cajamarca	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 . O.M.S. 1997 .(VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance). 2014. Método Bailenger modificado-Detección y Cuantificación de Huevos de helmintos



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2238914 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
- (**) Los resultados del ensayo no se encuentran dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo solicitado. Los resultados se emiten a solicitud del cliente.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 10 de 10

SGS del Perú S.A.C.	Av. Elmer Faucett 3348 Ernesto Gunther 275 Jr. Arnaldo Márquez	Callao 1 Parque Industrial Ba. San Antonio	Callao Arequipa Cajamarca	t (511) 517 1900 t (054) 213 506 t (076) 366 092	www.sgs.pe e Pe.servicios@sgs.com
---------------------	--	--	---------------------------------	--	--------------------------------------

Miembro del Grupo SGS



**INFORME DE ENSAYO
MA2239466 Rev. 0**

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA / UE002 MODERNIZACIÓN DE LA GESTIÓN
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

AV. PABLO CARRIQUIRY NRO. 272 URB. EL PALOMAR (ESPALDA DEL COLEGIO SAN AGUSTIN) LIMA -
LIMA - SAN ISIDRO

ENV / LB-351259-174

PROCEDENCIA : CUENCA MOCHE

Fecha de Recepción SGS : 12-10-2022

Fecha de Ejecución : Del 12-10-2022 al 19-10-2022

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
QCush1
RMoch7
RMoch6
RMoch13
RMoch12

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 19/10/2022

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Coordinador de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 1 de 10

**INFORME DE ENSAYO
MA2239466 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QCush1	RMoch7
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					11/10/2022 09:50:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	11/10/2022 14:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	40 ± 9	<3
Cromo Hexavalente Total (VI)	EW_APHA3500CRB	mgCr/L	0.002	0.005	<0.005	<0.005
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	0.55 ± 0.040	3.61 ± 0.29
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.172 ± 0.014	<0.010
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	<4.5
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4	<0.4
Fenoles	EW_EPA420_2_4	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005	<0.0005
S.A.A.M.(Detergentes)	EW_ISO16265	mg/L	0.020	0.050	<0.050	<0.050
Cianuro WAD	EW_OIA1677	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008	<0.0008
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	22.549 ± 2.93	36.922 ± 4.80
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.274 ± 0.036	0.083 ± 0.011
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	2.399 ± 0.35	15.679 ± 2.27
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.542 ± 0.12	3.542 ± 0.78
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.016	0.052	0.542 ± 0.16	3.542 ± 1.027
Nitrito	EW_EPA300_0	mg/L	0.003	0.006	<0.006	<0.006
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002	<0.002
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	460.10 ± 55.21	345.89 ± 41.51
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	7.8	11
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0
Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	10.558 ± 0.95	0.034 ± 0.0030
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00305 ± 0.00085	0.00015 ± 0.000040
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0000	0.0001	0.2370 ± 0.026	0.0034 ± 0.00040
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0788 ± 0.0071	0.0237 ± 0.0021
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00111 ± 0.00023
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00040 ± 0.000080	<0.00003
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.120 ± 0.014	0.102 ± 0.012
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.06877 ± 0.016	0.00045 ± 0.00010
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	108.127 ± 10.81	95.220 ± 9.52
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00930 ± 0.00075	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0014 ± 0.00020	<0.0003
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.01274 ± 0.0012	0.00014 ± 0.000010
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	5.80078 ± 1.45	0.02159 ± 0.0054
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0016 ± 0.00040	0.0003 ± 0.00010
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000	0.000	<0.000	<0.000
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.6317 ± 0.057	1.1458 ± 0.10
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.161 ± 0.045	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00113 ± 0.000090	0.00015 ± 0.000010
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	12.9287 ± 1.034	0.0886 ± 0.0071
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0045 ± 0.0012	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0102 ± 0.00090	0.0019 ± 0.00020
Lutecio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	36.153 ± 4.34	32.344 ± 3.88
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0000	0.0001	8.3202 ± 0.58	0.0911 ± 0.0064
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00177 ± 0.00041	0.00074 ± 0.00017
Niobio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0079 ± 0.0018	0.0007 ± 0.00020
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00000	0.00001	0.00032 ± 0.000050	<0.00001
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0400 ± 0.0036	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	4.61 ± 0.37	2.64 ± 0.21
Rubidio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0052 ± 0.00050	0.0013 ± 0.00010
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0035 ± 0.00080	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	47.90 ± 5.75	35.54 ± 4.26
Silicio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	22.389 ± 2.69	16.613 ± 1.99
Sodio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	41.497 ± 4.57	56.380 ± 6.20
Talio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00027 ± 0.000060	<0.00006
Tantalio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 2 de 10

**INFORME DE ENSAYO
MA2239466 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QCush1	RMoch7
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					11/10/2022 09:50:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	11/10/2022 14:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Titanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0223 ± 0.0029	<0.0006
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00000	0.00001	0.00339 ± 0.00071	0.00028 ± 0.000060
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0032 ± 0.00050	0.0023 ± 0.00030
Wolframio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00059 ± 0.00012	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	11.3465 ± 1.13	0.0522 ± 0.0052
Zirconio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RMoch6	RMoch13
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					11/10/2022 12:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	11/10/2022 11:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	100 ± 23	124 ± 29
Cromo Hexavalente Total (VI)	EW_APHA3500CRB	mgCr/L	0.002	0.005	<0.005	<0.005
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	0.69 ± 0.060	1.62 ± 0.13
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.263 ± 0.021	0.339 ± 0.027
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	<4.5
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4	<0.4
Fenoles	EW_EPA420_2_4	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005	<0.0005
S.A.A.M.(Detergentes)	EW_ISO16265	mg/L	0.020	0.050	<0.050	<0.050
Cianuro WAD	EW_OIA1677	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008	<0.0008
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	9.244 ± 1.20	16.290 ± 2.12
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.239 ± 0.031	0.400 ± 0.052
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	3.032 ± 0.44	6.073 ± 0.88
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.685 ± 0.15	1.372 ± 0.30
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.016	0.052	0.685 ± 0.20	1.372 ± 0.40
Nitrito	EW_EPA300_0	mg/L	0.003	0.006	<0.006	<0.006
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002	<0.002
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	416.57 ± 49.99	550.60 ± 66.070
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0

Metales Totales						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	10.269 ± 0.92	15.171 ± 1.37
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00549 ± 0.0015	0.00962 ± 0.0027
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0000	0.0001	0.7322 ± 0.081	1.1298 ± 0.12
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0222 ± 0.0020	0.0213 ± 0.0019
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00156 ± 0.00033	0.00176 ± 0.00037
Bismuto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00151 ± 0.00032	0.00235 ± 0.00049
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.073 ± 0.0090	0.075 ± 0.0090
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.04883 ± 0.011	0.07250 ± 0.017
Calcio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	51.325 ± 5.13	49.781 ± 4.98
Cerio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00944 ± 0.00077	0.01257 ± 0.0010
Cesio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0021 ± 0.00040	0.0029 ± 0.00050
Cobalto Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	0.01537 ± 0.0014	0.02210 ± 0.0020
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	5.88566 ± 1.47	7.98970 ± 2.00
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0015 ± 0.00040	0.0020 ± 0.00050
Estaño Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000	0.000	0.001	0.001
Estroncio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.3275 ± 0.030	0.3141 ± 0.028
Fósforo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.015	0.047	0.247 ± 0.069	0.332 ± 0.093
Gallio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00221 ± 0.00018	0.00383 ± 0.00031
Germanio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	46.5657 ± 3.73	124.4821 ± 9.96
Lantano Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0042 ± 0.0011	0.0054 ± 0.0015

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 3 de 10

**INFORME DE ENSAYO
MA2239466 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RMOch6	RMOch13
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					11/10/2022 12:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	11/10/2022 11:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Litio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0119 ± 0.0011	0.0172 ± 0.0015
Lutecio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00006 ± 0.000020	0.00011 ± 0.000030
Magnesio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	18.729 ± 2.25	19.837 ± 2.38
Manganeso Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0000	0.0001	7.2185 ± 0.51	10.9855 ± 0.77
Mercurio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00074 ± 0.00017	0.00068 ± 0.00016
Niobio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0054 ± 0.0012	0.0069 ± 0.0016
Plata Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00000	0.00001	<0.00001	0.00045 ± 0.000070
Plomo Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0428 ± 0.0039	0.0699 ± 0.0063
Potasio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.04	0.13	2.80 ± 0.22	2.89 ± 0.23
Rubidio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0070 ± 0.00070	0.0087 ± 0.00090
Selenio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	0.0016 ± 0.00040
Silice Total	EW EPA200_8	mg/L	0.09	0.27	32.18 ± 3.86	31.00 ± 3.72
Silicio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.040	0.128	15.040 ± 1.81	14.488 ± 1.74
Sodio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.006	0.019	17.135 ± 1.89	13.932 ± 1.53
Talio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00182 ± 0.00042	0.00268 ± 0.00062
Tantalio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00032 ± 0.000020	0.00044 ± 0.000030
Titanio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0142 ± 0.0018	0.0148 ± 0.0019
Uranio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00000	0.00001	0.00201 ± 0.00042	0.00253 ± 0.00053
Vanadio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0048 ± 0.00070	0.0078 ± 0.0012
Wolframio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0007 ± 0.00010	0.0012 ± 0.00020
Yterbio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00060 ± 0.00013	0.00087 ± 0.00018
Zinc Total	EW EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	8.9262 ± 0.89	13.5572 ± 1.35
Zirconio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RMOch12
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					11/10/2022 10:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	124 ± 29
Cromo Hexavalente Total (VI)	EW_APHA3500CRB	mgCr/L	0.002	0.005	<0.005
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	0.88 ± 0.070
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.284 ± 0.023
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4
Fenoles	EW_EPA420_2_4	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005
S.A.A.M.(Detergentes)	EW_ISO16265	mg/L	0.020	0.050	<0.050
Cianuro WAD	EW_OIA1677	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008
Aniones					
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	14.346 ± 1.87
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.356 ± 0.046
Nitrato	EW_EPA300_0	mg/L	0.031	0.062	3.833 ± 0.56
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.866 ± 0.19
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.016	0.052	0.866 ± 0.25
Nitrito	EW_EPA300_0	mg/L	0.003	0.006	<0.006
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	569.46 ± 68.34
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	<1.8
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F	NMP/100 mL	--	--	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0
Metales Totales					
Aluminio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	16.334 ± 1.47
Antimonio Total	EW EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	0.01130 ± 0.0032

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 4 de 10

INFORME DE ENSAYO MA2239466 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					RMoch12
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					11/10/2022 10:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales					
Arsénico Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0000	0.0001	1.3888 ± 0.15
Bario Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0187 ± 0.0017
Berilio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00228 ± 0.00048
Boro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	0.078 ± 0.0090
Cadmio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.07970 ± 0.018
Calcio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	48.708 ± 4.87
Cerio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00008	0.00024	0.01291 ± 0.0011
Cesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0031 ± 0.00050
Cobalto Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00001	0.00003	0.02373 ± 0.0021
Cobre Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	8.97839 ± 2.24
Cromo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0025 ± 0.00060
Estaño Total	EW EPA200.8	mg/L	0.000	0.000	0.001
Estroncio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.3067 ± 0.028
Fósforo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.015	0.047	0.382 ± 0.11
Galio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00474 ± 0.00038
Germanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	154.1596 ± 12.33
Lantano Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0056 ± 0.0015
Litio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0184 ± 0.0017
Lutecio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00011 ± 0.000030
Magnesio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	19.814 ± 2.38
Manganeso Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0000	0.0001	12.0715 ± 0.85
Mercurio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00074 ± 0.00017
Niobio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0078 ± 0.0018
Plata Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00000	0.00001	0.00010 ± 0.000020
Plomo Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0579 ± 0.0052
Potasio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.04	0.13	2.78 ± 0.22
Rubidio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0084 ± 0.00080
Selenio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0014 ± 0.00030
Silice Total	EW EPA200.8	mg/L	0.09	0.27	29.69 * ± 3.56
Silicio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.040	0.128	13.877 ± 1.67
Sodio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.006	0.019	13.240 ± 1.46
Talio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00295 ± 0.00068
Tantalio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00043 ± 0.000030
Titanio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0114 ± 0.0015
Uranio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00000	0.00001	0.00269 ± 0.00056
Vanadio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0096 ± 0.0014
Wolframio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0015 ± 0.00030
Yterbio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00088 ± 0.00018
Zinc Total	EW EPA200.8	mg/L	0.0008	0.0026	14.9604 ± 1.50
Zirconio Total	EW EPA200.8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045

**INFORME DE ENSAYO
MA2239466 Rev. 0**
CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Cianuro WAD	mg/L	0.0008	<0.0008		104 - 109%	102 - 106%	0 - 3%
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		96%	100%	4%
S.A.A.M.(Detergentes)	mg/L	0.050	<0.050		99 - 101%	103 - 107%	2 - 6%
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	0 - 6%	97 - 101%		
Aceites y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	106%	108%	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		105 - 112%		
Fenoles	mg/L	0.0005	<0.0005		99 - 104%	94 - 108%	7 - 15%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		96 - 98%	97%	4 - 13%
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		99 - 103%	91 - 97%	0 - 1%
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	4 - 7%	91 - 92%	100%	2%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	3 - 5%	96 - 100%	98%	4%
Arsénico Total	mg/L	0.0001	<0.0001	6 - 7%	92 - 94%	97%	3%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 2%	95 - 103%	92%	1%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	93 - 94%	100%	9%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	92 - 96%	92%	2%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 4%	94 - 98%	97%	2%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	93 - 97%	94%	3%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	1 - 2%	100 - 102%	106%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	3 - 7%	98 - 122%	98%	1%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 4%	98 - 101%	96%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	91 - 92%	96%	5%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	96 - 98%	95%	1%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	95%	100%	6%
Estaño Total	mg/L	0.000	<0.000	0%	101 - 103%	103%	6%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1 - 2%	95 - 98%	95%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	1 - 2%	101 - 106%	98%	2%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	97 - 99%	95%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	99 - 103%	95%	2%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	99%	109%	10%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	5 - 7%	96 - 102%	107%	8%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	93 - 95%	91%	5%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 3%	98 - 99%	107%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	96 - 106%	93%	2%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	1 - 3%	99 - 101%	103%	1%
Manganeso Total	mg/L	0.0001	<0.0001	0 - 1%	97 - 100%	103%	7%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	103 - 108%	96%	3%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	1%	91 - 100%	93%	1%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	102 - 105%	102%	2%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 1%	94%	100%	5%
Plata Total	mg/L	0.00001	<0.00001	0%	91 - 97%	91%	3%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	11%	97 - 100%	107%	2%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	2 - 3%	97 - 103%	93%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 2%	99 - 103%	101%	5%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	98 - 103%	95%	3%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 3%	96%	111%	8%
Silicio Total	mg/L	0.128	<0.128	0 - 3%	96 - 103%	111%	8%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 1%	105 - 108%	111%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 97%	93%	2%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	98 - 102%	98%	1%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	91 - 107%	104%	12%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	94 - 102%	95%	3%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1 - 4%	98 - 100%	92%	1%
Uranio Total	mg/L	0.00001	<0.00001	2 - 4%	93 - 98%	96%	2%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 4%	101 - 103%	99%	1%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	91 - 99%	98%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	96 - 99%	98%	2%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0%	93 - 101%	100%	5%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0 - 7%	98 - 99%	95%	1%
Cromo Hexavalente Total (VI)	mgCr/L	0.005	<0.005		98 - 103%	93 - 102%	2 - 3%
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Fluoruro	mg/L	0.004	<0.004		99 - 100%	98 - 102%	0%

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 6 de 10

INFORME DE ENSAYO
MA2239466 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Nitrato	mg/L	0.062	<0.062		100 - 102%	96 - 100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100 - 102%	100%	0%
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	mg/L	0.052	<0.052		100 - 101%	100%	0%
Nitrato	mg/L	0.006	<0.006		100 - 102%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100 - 102%	100%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100%	0%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2239466 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA3500CRB	Callao	Cromo Hexavalente Total (VI)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr-B, 23rd Ed., 2017. Chromium. Colorimetric Method. 2017 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance)
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed. 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F. J; 23rd Ed. 2017. Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_APHA9221F	Callao	Numeración de Escherichia coli (EC-MUG)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F. Item 1, 23rd Ed. 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)
EW_EPA300_0	Callao	Cloruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Fluoruro	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrato (como N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrato	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrito (como N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitrito	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA300_0	Callao	Sulfato	EPA 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_EPA420_2_4	Callao	Fenoles	EPA Method 420.2 (1974) EPA Method 420.4 Rev. 01:1993. Phenolics (Colorimetric, Automated 4-AAP with Distillation) /// Determination of Total Recoverable Phenolics By Semi-Automated Colorimetry. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 8 de 10



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2239466 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_ISO16265	Callao	S.A.A.M.(Detergentes)	ISO 16265; 1st.Ed: 2009. Water quality -- Determination of the Methylene blue active substances (MBAS) index -- Method using continuous flow analysis (CFA) (VALIDO - Aplicado fuera del alcance) 2014
EW_OIA1677	Callao	Cianuro WAD	EPA Method OIA-1677-09:2010, Available Cyanide by Ligand Exchange and Flow Injection Analysis (FIA) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016
EW_SGS_MAC04_CX	Cajamarca	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 . O.M.S. 1997 .(VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance). 2014. Método Bailenger modificado-Detección y Cuantificación de Huevos de helmintos

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 9 de 10



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2239466 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C., las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 10 de 10