

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



### **UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

### **PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

### **TESIS:**

**IMPACTO DE LOS VERTIMIENTOS MINEROS EN LA CALIDAD DEL  
AGUA DEL RIO TINGO, QUEBRADA LA EME, QUEBRADA MESA DE  
PLATA, QUEBRADA EL PUENTE LA HIERBA-HUALGAYOC 2018-2022**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: GESTION AMBIENTAL**

Presentada por:

**ROSMERY STEFANY VÁSQUEZ NÚÑEZ**

Asesor:

**Dr. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ**

Cajamarca, Perú

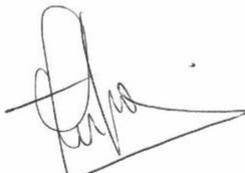
2024



## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
Rosmery Stefany Vásquez Núñez  
DNI: 73476474  
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias.  
Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Gestión Ambiental
2. Asesor: Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller                       Título profesional                       Segunda especialidad  
 Maestro                       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis                       Trabajo de investigación                       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
Impacto de los vertimientos mineros en la calidad del agua del Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata, quebrada El Puente La Hierba-Hualgayoc 2018-2022
6. Fecha de evaluación: **09/09/2024**
7. Software antiplagio:                       TURNITIN                       URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **13%**
9. Código Documento: **3117: 379699892**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 **APROBADO**                       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **12/09/2024**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

..... <b>Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz</b> <b>DNI: 40043738</b>

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2024 por  
**ROSMERY STEFANY VASQUEZ NUÑEZ**  
Todos los derechos reservados



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD  
**Escuela de Posgrado**  
CAJAMARCA - PERU



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 17:05 horas, del día 21 de agosto del dos mil veinticuatro, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JUAN EDMUNDO CHÁVEZ RABANAL**, **Dr. AUGUSTO HUGO MOSQUEIRA ESTRAYER**, M.Cs. **LUIS DÁVILA ESTELA** y en calidad de Asesor el **Dr. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ**, actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **IMPACTO DE LOS VERTIMIENTOS MINEROS EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO TINGO, QUEBRADA LA EME, QUEBRADA MESA DE PLATA, QUEBRADA EL PUENTE LA HIERBA - HUALGAYOC 2018 - 2022**, presentada por la **Bachiller en Ingeniería Química, ROSMERY STEFANY VÁSQUEZ NÚÑEZ**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó aprobar con la calificación de diecisiete (17) la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bachiller en Ingeniería Química ROSMERY STEFANY VÁSQUEZ NÚÑEZ**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 18:50 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....  
**Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz**  
Asesor

.....  
**Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal**  
Jurado Evaluador

.....  
**Dr. Augusto Hugo Mosqueira Estrayer**  
Jurado Evaluador

.....  
**M.Cs. Luis Dávila Estela**  
Jurado Evaluador

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios, mis padres y mi hermano, por el amor, fe, y apoyo incondicional en todos los aspectos hacia a mi persona.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme permitido lograr este reto académico de forma firme y nunca dejarme caer frente a distintas adversidades.

A mis padres Lenin y Etelvina, a mi hermano Jhordan, por permanecer como soporte y apoyo emocional en cada desafío que he realizado a lo largo de mi vida.

A mi pareja Marco, por su tiempo, orientación y apoyo incondicional.

A mi asesor el Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz, por el asesoramiento, facilidades y apoyo constante brindado a lo largo de esta investigación.

Al Administrador Local del Agua de la ALA Chotano Llaucano, el Ing. Cristian Álvaro Suarez Silva, por las facilidades brindadas para la obtención de la información necesaria para poder llevar a cabo esta investigación.

*“El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza”.*

**Leonardo Da Vinci**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN.....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xx</b>
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
2.1.1 <i>Antecedentes internacionales.....</i>	<i>4</i>
2.1.2 <i>Antecedentes nacionales.....</i>	<i>5</i>
2.1.3 <i>Antecedentes locales.....</i>	<i>7</i>
2.2 BASES TEÓRICAS.....	9
2.2.1 <i>Monitoreo ambiental .....</i>	<i>9</i>
2.2.2 <i>Monitoreo de agua .....</i>	<i>9</i>
2.2.3 <i>Tipos de fuentes naturales de agua.....</i>	<i>10</i>
2.2.4 <i>Clasificación de aguas residuales.....</i>	<i>11</i>
2.2.5 <i>Criterios técnicos para la selección de la fuente de agua.....</i>	<i>12</i>
2.2.6 <i>Calidad de agua .....</i>	<i>15</i>
2.2.7 <i>Reglamentos.....</i>	<i>15</i>
2.2.8 <i>Marco conceptual.....</i>	<i>19</i>
<b>CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	21
3.1.1 <i>Extensión.....</i>	<i>21</i>
3.1.2 <i>Hidrografía .....</i>	<i>21</i>
3.1.3 <i>Empresas mineras evaluadas.....</i>	<i>22</i>

3.2	UNIDAD DE ANÁLISIS, POBLACIÓN Y MUESTRA .....	23
3.2.1	<i>Unidad de análisis</i> .....	23
3.2.2	<i>Población</i> .....	23
3.2.3	<i>Muestra</i> .....	23
3.3	TIPO Y DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	27
3.4.1	<i>Técnicas de recolección</i> .....	27
3.4.2	<i>Instrumentos de recolección</i> .....	27
3.4.3	<i>Métodos</i> .....	28
3.5	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	31
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>32</b>
4.1	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS .....	32
4.1.1	<i>Parámetro DBO<sub>5</sub></i> .....	33
4.1.2	<i>Parámetro DQO</i> .....	34
4.1.3	<i>Parámetro pH</i> .....	36
4.2	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS INORGÁNICOS.....	38
4.2.1	<i>Parámetro de aluminio</i> .....	39
4.2.2	<i>Parámetro de arsénico</i> .....	41
4.2.3	<i>Parámetro de Cadmio</i> .....	43
4.2.4	<i>Parámetro de Cobre</i> .....	45
4.2.5	<i>Parámetro de Hierro</i> .....	47
4.2.6	<i>Parámetro de Manganeso</i> .....	49
4.2.7	<i>Parámetro de Zinc</i> .....	51
4.3	REGRESIÓN DE PARÁMETROS MEDIANTE PRUEBA T .....	54
4.3.1	<i>Vertimiento minero 1</i> .....	56

4.3.2	<i>Vertimiento minero 2</i> .....	61
4.3.3	<i>Vertimiento minero 3</i> .....	65
4.3.4	<i>Vertimiento minero 4</i> .....	70
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES</b> .....		<b>75</b>
<b>CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		<b>77</b>
<b>CAPÍTULO VII ANEXOS</b> .....		<b>80</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Parámetros fisicoquímicos e inorgánicos de calidad ambiental para categoría 3 destinada para riego de vegetales y bebida de animales</i> .....	17
<b>Tabla 2.</b> <i>Parámetros orgánicos de calidad ambiental para categoría 3 destinada para riego de vegetales y bebida de animales</i> .....	18
<b>Tabla 3.</b> <i>Ubicación geográfica de puntos de monitoreo</i> .....	24
<b>Tabla 4.</b> <i>Vertimientos mineros evaluados</i> .....	25
<b>Tabla 5.</b> <i>Resultados para el parámetro de DBO<sub>5</sub>, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	33
<b>Tabla 6.</b> <i>Resultados para el parámetro de DQO, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	35
<b>Tabla 7.</b> <i>Resultados para el parámetro de pH, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	37
<b>Tabla 8.</b> <i>Resultados para el parámetro de aluminio, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	40
<b>Tabla 9.</b> <i>Resultados para el parámetro de arsénico, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	42
<b>Tabla 10.</b> <i>Resultados para el parámetro de cadmio, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	44
<b>Tabla 11.</b> <i>Resultados para el parámetro de cobre, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	46
<b>Tabla 12.</b> <i>Resultados para el parámetro de hierro, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	48
<b>Tabla 13.</b> <i>Resultados para el parámetro de manganeso, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	50

<b>Tabla 14.</b> <i>Resultados para el parámetro de zinc, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022</i> .....	52
<b>Tabla 15.</b> <i>Resultados de parámetros físicos e inorgánicos en el vertimiento minero 1</i> .....	56
<b>Tabla 16.</b> <i>Resultados de parámetros físicos e inorgánicos en el vertimiento minero 2</i> .....	61
<b>Tabla 17.</b> <i>Resultados de parámetros físicos e inorgánicos en el vertimiento minero 3</i> .....	66
<b>Tabla 18.</b> <i>Resultados de parámetros físicos e inorgánicos en el vertimiento minero 4</i> .....	71

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Esquema del diseño metodológico</i> .....	26
<b>Figura 2.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro DBO<sub>5</sub>, por vertimiento minero</i> .....	34
<b>Figura 3.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro DQO, por vertimiento minero</i> .....	36
<b>Figura 4.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro pH, por vertimiento minero</i> .....	38
<b>Figura 5.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro aluminio, por vertimiento minero</i> .....	41
<b>Figura 6.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro arsénico, por vertimiento minero</i> .....	43
<b>Figura 7.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro cadmio, por vertimiento minero</i> .....	45
<b>Figura 8.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro cobre, por vertimiento minero</i> .....	47
<b>Figura 9.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro hierro, por vertimiento minero</i> .....	49
<b>Figura 10.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro manganeso, por vertimiento minero</i> .....	51
<b>Figura 11.</b> <i>Gráficos comparativos del parámetro zinc, por vertimiento minero</i> .....	53
<b>Figura 12.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DBO<sub>5</sub>, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado</i> .....	58
<b>Figura 13.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DQO, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado</i> .....	58
<b>Figura 14.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro pH, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado</i> .....	58
<b>Figura 15.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro arsénico, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado</i> .....	59
<b>Figura 16.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cadmio, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado</i> .....	59
<b>Figura 17.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cobre, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado</i> .....	59

<b>Figura 18.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro hierro, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado</i> .....	60
<b>Figura 19.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro manganeso, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado</i> .....	60
<b>Figura 20.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro zinc, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado</i> .....	60
<b>Figura 21.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DBO<sub>5</sub>, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado</i> .....	62
<b>Figura 22.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DQO, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado</i> .....	62
<b>Figura 23.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro pH, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado</i> .....	63
<b>Figura 24.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro aluminio, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado</i> .....	63
<b>Figura 25.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro arsénico, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado</i> .....	63
<b>Figura 26.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cadmio, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado</i> .....	64
<b>Figura 27.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cobre, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado</i> .....	64
<b>Figura 28.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro hierro, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado</i> .....	64
<b>Figura 29.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro manganeso, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado</i> .....	65

<b>Figura 30.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro zinc, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado.....</i>	65
<b>Figura 31.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DBO<sub>5</sub>, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	67
<b>Figura 32.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DQO, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	67
<b>Figura 33.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro pH, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	67
<b>Figura 34.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro aluminio, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	68
<b>Figura 35.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro arsénico, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	68
<b>Figura 36.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cadmio, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	68
<b>Figura 37.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cobre, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	69
<b>Figura 38.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro hierro, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	69
<b>Figura 39.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro manganeso, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	69
<b>Figura 40.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro zinc, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado .....</i>	70
<b>Figura 41.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DBO<sub>5</sub>, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado .....</i>	72

<b>Figura 42.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DQO, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado</i> .....	72
<b>Figura 43.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro pH, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado</i> .....	72
<b>Figura 44.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro aluminio, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado</i> .....	73
<b>Figura 45.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro arsénico, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado</i> .....	73
<b>Figura 46.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cadmio, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado</i> .....	73
<b>Figura 47.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cobre, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado</i> .....	74
<b>Figura 48.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro hierro, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado</i> .....	74
<b>Figura 49.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro manganeso, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado</i> .....	74
<b>Figura 50.</b> <i>Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro Zinc, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado</i> .....	74

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> <i>Resultados de monitoreo correspondientes al año 2022</i> .....	80
<b>Anexo 2.</b> <i>Resultados de monitoreo correspondientes al año 2021</i> .....	87
<b>Anexo 3.</b> <i>Resultados de monitoreo correspondientes al año 2020</i> .....	95
<b>Anexo 4.</b> <i>Resultados de monitoreo correspondientes al año 2018</i> .....	103
<b>Anexo 5.</b> <i>Panel fotográfico de trabajo de campo</i> .....	107
<b>Anexo 6.</b> <i>Plano de ubicación de los vertimientos mineros y puntos de control</i> .....	108

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ANA: Autoridad Nacional del Agua.

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

DQO: Demanda Química de Oxígeno.

ECA: Estándares de Calidad Ambiental.

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.

INACAL: Instituto Nacional de Calidad.

MINAM: Ministerio del Ambiente.

## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo determinar el impacto de vertimientos mineros, en la calidad de agua del Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata, quebrada El Puente La Hierba, en la provincia de Hualgayoc, para lo cual se analizó 4 vertimientos mineros durante cuatro años, 2018, 2020, 2021 y 2022, estableciendo 8 puntos de monitoreo, ubicados aguas arriba y aguas abajo de cada vertimiento para determinar la concentración de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos y evaluar la calidad del agua en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3. Obteniendo los resultados: de los parámetros fisicoquímicos de DBO<sub>5</sub>, DQO y pH analizados, en los puntos de control para los 4 vertimientos mineros, el DBO<sub>5</sub> y DQO se encontraron como aceptables en comparación con los ECA para agua, a diferencia del pH, que presentó acidez en los puntos QEphi1, QEphi2, QEphi3 y RTing1. De los parámetros inorgánicos Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, se presentó transgresión en el parámetro As en el año 2018 y en los parámetros de Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, en todos los años evaluados, principalmente en los puntos de control RTing1, QLeme1, QEph2. Concluyendo que, de los 4 vertimientos evaluados fue el vertimiento 4 que perteneció a sociedad minera Corona S.A. el único donde se identificó un impacto negativo en la calidad de agua del Rio Tingo, precisando que antes del vertimiento se encuentra el pasivo ambiental San Nicolás, lo que también podría tener influencia en estos resultados.

**Palabras Claves:** Calidad de agua, vertimientos mineros, ECA, Hualgayoc.

## ABSTRACT

The objective of this research is to determine the impact of mining discharges on the water quality of the Tingo River, La Eme stream, Mesa de Plata stream, El Puente La Hierba stream, in the province of Hualgayoc, for which 4 discharges were analyzed. miners for four years, 2018, 2020, 2021 and 2022, establishing 8 monitoring points, located upstream and downstream of each discharge to determine the concentration of physicochemical and inorganic parameters and evaluate the quality of the water in comparison with the Quality Standards Environmental for water category 3. Obtaining the results: of the physicochemical parameters of BOD5, COD and pH analyzed, at the control points for the 4 mining discharges, the BOD5 and COD were found to be acceptable in comparison with the ECA for water, a difference in pH, which presented acidity at points QEphi1, QEphi2, QEphi3 and RTing1. Of the inorganic parameters Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, a violation occurred in the As parameter in 2018 and in the Cd, Cu, Fe, Mn, Zn parameters, in all the years evaluated. mainly at checkpoints RTing1, QLeme1, QEph2. Concluding that, of the 4 discharges evaluated, discharge 4 belonged to the mining company Corona S.A. the only one where a negative impact on the water quality of the Tingo River was identified, specifying that the San Nicolás environmental liability is located before the discharge, which could also have an influence on these results.

**Keywords:** Water quality, mining discharges, ECA, Hualgayoc.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

A nivel global, uno de los principales problemas relacionados con la calidad del agua lo constituye las actividades mineras, lo cual afecta sustancialmente a los usos del agua y por ende genera impactos negativos en los humanos, animales y plantas (Ban Ki, 2014).

América Latina ha basado gran parte de su economía en la explotación de recursos naturales, entre ellos sus grandes depósitos minerales que atraen la inversión extranjera con interés industrial, esta actividad inevitablemente afecta el medio ambiente y contamina el agua, suelo y aire, debido a las descargas de material tóxico (Drenaje Ácido de la Minería) que, incluyen metales como níquel, magnesio, plomo, cromo, cadmio, zinc, cobre, hierro, mercurio, entre otros, así como partículas finas y gases contaminantes, lo cual constituye un grave problema ambiental por la toxicidad de estos y sus repercusiones fisiológicas en humanos y animales, arriesgando la supervivencia de la biota que mantiene el equilibrio de los ecosistemas (Martínez, 2021).

En el Perú existen compañías mineras que se dedican a la extracción de minerales, siendo el departamento de Cajamarca, en provincia de Hualgayoc uno de los ámbitos con mayor influencia minera, encontrando empresas mineras como Goldfields La Cima S.A., Compañía Minera Coimolache S.A, sociedad Minera Corona S.A. y Minera San Nicolás, las cuales realizan vertimientos propios de sus procesos industriales, si bien estas empresas están obligadas a tratar sus efluentes industriales y de esta manera cumplir con los estándares de calidad ambiental para agua en cuerpo receptor y límites máximos permisibles en vertimientos se ve alteración en la calidad de las fuentes naturales de agua Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata, quebrada El Puente La Hierba, ubicadas hidrográficamente según la

Autoridad Nacional del Agua en la Intercuenca Alto Marañón IV; teniendo en cuenta que estas fuentes pertenecen a una categoría 3 destinada para riego y bebida de animales genera mucha preocupación por los impactos a gran escala medioambientales, sociales y especialmente en el recurso hídrico, tal como manifiesta Garay y Núñez (2020), quien concluye que en el Rio Tingo hay mayor concentración de metales, generando alteración de los parámetros físicos y químicos del agua. Esta investigación es de suma importancia porque permitió identificar puntos críticos de contaminación, mediante análisis fisicoquímicos e inorgánicos, en contraste con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 3, aprobados mediante D.S N° 004-2017-MINAM, además de haber realizado una vigilancia a lo largo de los años 2018-2022 a las fuentes naturales de agua evaluadas.

De la problemática mencionada surgió la formulación del problema: ¿Cuál es el impacto generado por los vertimientos mineros en la calidad del agua del Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata y quebrada El Puente La Hierba, provincia Hualgayoc, durante el periodo 2018-2022?

Teniendo como hipótesis:

- Hipótesis alternativa (H1) Los vertimientos mineros afectan de forma negativa la calidad del agua del Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata, quebrada El Puente La Hierba en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn), durante el periodo 2018-2022.
- Hipótesis nula (H<sub>0</sub>) Los vertimientos mineros no afectan la calidad del agua del Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata, quebrada El Puente La Hierba en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn), durante el periodo 2018-2022.

Siendo los objetivos:

Objetivo General:

Determinar el impacto de vertimientos mineros durante el periodo 2018- 2022, en la calidad de agua del Rio Tingo, Quebrada La Eme, Quebrada Mesa de Plata, Quebrada El Puente La Hierba, en la provincia de Hualgayoc.

Objetivos específicos:

- Determinar los parámetros fisicoquímicos (DBO5, DQO, pH), al Rio Tingo, Quebrada La Eme, Quebrada Mesa de Plata, Quebrada El Puente La Hierba, en puntos de monitoreo establecidos, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022 en la provincia Hualgayoc.
- Determinar los parámetros inorgánicos (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn), del Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata, quebrada El Puente la Hierba, en puntos de monitoreo establecidos, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022 en la provincia Hualgayoc.
- Establecer la regresión de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos en los puntos de monitoreo establecidos durante el periodo 2018 y 2020 al 2022, en los vertimientos evaluados para poder determinar los puntos críticos de contaminación

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes internacionales*

González (2018) evaluó el impacto ambiental de los vertimientos de agua residual de minería aurífera sobre la calidad del agua de la Quebrada Bemango del Municipio de Buriticá-Antioquia, para lo cual analizó las variables físicas, químicas y microbiológicas al agua para identificar las principales afectaciones ambientales en la calidad del agua en la Quebrada Bemango y su relación con vertimientos mineros, concluyendo que el 54% de los impactos ambientales evaluados sobre el recurso agua cuentan con una calificación relacionada importancia ambiental muy significativa o grave, el análisis de los resultados físicos, químicos y microbiológicos del agua, indican que es el punto 2 de monitoreo el que mayor afectación de la calidad del agua presenta, con efectos negativos por el aumento de las concentraciones de solidos vertidas por los procesos de extracción aurífera que afectan las dinámicas del ecosistema, con recuperación de las características en el punto 3 antes de la confluir con la Quebrada La Clara (p.5)

Marín y Vélez (2018) estudió el procesamiento de los minerales auríferos, con el fin de identificar los impactos generados por el mismo sobre el recurso hídrico a nivel regional, nacional e internacional, para lo que se hizo una revisión bibliográfica A partir del estudio realizado se puede establecer que las técnicas para el procesamiento de oro tanto a nivel nacional como internacional, se centran básicamente en la amalgación y la lixiviación, las cuales generan impactos negativos sobre los cuerpos de agua, debido principalmente al uso intensivo del mercurio, cianuro y metales como plomo (Pb), arsénico (As), plata (Ag), cobre

(Cu), cadmio (Cd), hierro (Fe), mercurio (Hg) entre otros, que se encuentran asociados a las rocas extraídas. Concluyendo que a pesar de la existencia de leyes que establecen límites permisibles para los vertimientos a cuerpos de aguas provenientes de los procesos de actividades mineras de oro, éstas no se cumplen a cabalidad, lo cual favorece la afectación y contaminación de los cuerpos de agua receptores y que ello, se puede evidenciar en los diferentes estudios referenciados en este documento (p.7).

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Medina y Sejuro (2023), verificaron los efectos que la actividad minera provoca en su entorno acuático a través de un estudio de tipo descriptivo con diseño no experimental longitudinal con aplicación de comparación estadística inferencial no paramétrica en pre-prueba – pos-prueba en un mismo grupo, concluyendo que, la calidad de agua del Rio San Juan en el periodo aludido es regular; el Cd del efluente Cerro de Pasco y el As y Cd del efluente de Colquijirca tienen significancia de impacto ambiental en la categoría de aguas superficiales del Rio San Juan en Cerro de Pasco (p. 8).

Ramos (2022) analizaron la calidad del agua del Rio Chanquillo influenciado por las actividades mineras que se realizan en el distrito de Gorgor 2021, para lo cual se realizaron análisis para medir parámetros de calidad de agua de acuerdo a la Resolución Jefatural N° -010 -2016 ANA, seleccionando tres puntos referenciales, considerando puntos de monitoreo EIA Proyecto Minero Candelaria 2012, concluyendo que, no hay un grado negativo de influencia de la actividad minera y el nivel de alteración de calidad de las aguas del Rio Chanquillo por los vertimientos a los cuerpos de agua receptores de los efluentes de la mina Chanca – Buenaventura en el año 2021, además se descartó la presencia en concentraciones alarmantes de algunos metales analizados en laboratorio con valores por debajo de los rangos permitidos en la normatividad peruana, como son, pH, cianuro wad, cromo, cadmio, cobre, plomo y zinc sin embargo el mercurio presenta valores muy cercanos los permisibles (en estiaje tiene un

valor de 0,001 mg/L, valor que coincide con el valor máximo permisible que es 0.001 mg/L), este valor referente a la sub categoría D1 agua para riego de vegetales , quedando como punto de partida para observaciones en controles posteriores de dicho parámetro (p.4).

Vásquez (2021), evaluó el grado de alteración en la calidad del agua por el vertimiento de efluentes mineros en la cuenca alta del Río San Juan, mediante 5 estaciones de monitoreo de agua, referente a las épocas de avenidas y estiajes en el año 2020, enero y abril, donde se concluye que, la calidad del agua de la zona de estudio, presenta alteraciones relacionadas a efluentes mineros que son vertidos sin un adecuado tratamiento, lo que han generado un impacto en la calidad del agua, para ambas temporadas, respecto de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), categoría 3 (p.7).

Cárdenas (2021) determinó el impacto socio ambiental en la Comunidad Campesina de Choclococha - Provincia de Castrovirreyna - Departamento de Huancavelica – 2018”, para lo cual se utilizó encuestas para recolección de datos ,y adicional a ello se realizó análisis para determinar la calidad del agua en 5 puntos de monitoreo de agua y 2 puntos de monitoreo de suelo con la finalidad de determinar los impactos ambientales por la minería, esto debido a la contaminación de metales pesados en el agua (Pb, Zn, Cu) y suelo (Pb, Cd), concluyendo que existe un impacto significativo en el aspecto social y no existe impactos ambientales de Plomo, Zinc y Cobre en el agua, pero si existe impactos ambientales de Plomo y Cadmio en el suelo, todo esto por la actividad minería desarrollada en la Comunidad Campesina de Choclococha – Huancavelica. Al tener los resultados del análisis de los metales pesados (Plomo, Zinc y Cobre) en las aguas que vierten al Lago de Choclococha se muestran niveles muy inferiores de contaminación en dichas aguas (p. 9).

Reyes (2019) evaluó la calidad del agua del Río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi - Ancash en el periodo junio 2017 - enero 2018, es decir, cumple con los Estándares de Calidad Ambiental en el área de influencia de la mina Huanzalá, para lo cual se realizó la revisión del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y la revisión del Plan de cierre de mina de la Compañía Minera Santa Luisa, posterior a ello se realizaron toma de muestras en campo del Río Torres, así mismo visitas de campo y registros fotográficos, después se evaluaron los resultados obtenidos de los reportes de ensayo del laboratorio, concluyendo que, la calidad del agua del Río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi – Ancash, cumple con los parámetros establecidos en el estándar de calidad ambiental categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales en las estaciones CR-01, CR-02, CR-04, CR-07 y CR-08 mientras que en las estaciones CR05, CR-06 y CR-09 no cumplen debido a que los tratamientos implementados no son los adecuados para precipitar el manganeso y éste parámetro supera el estándar de calidad ambiental, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales (p. 15).

### ***2.1.3 Antecedentes locales***

Aguirre y Huaman (2019) analizaron la influencia del drenaje ácido del pasivo ambiental San Nicolás en las aguas del Río Tingo Maygasbamba Hualgayoc, haciendo uso de análisis de parámetros físicoquímicos para poder identificar las concentraciones de los metales arsénico, cobre, hierro, plomo, zinc, pH, conductividad y temperatura del drenaje ácido de mina y del agua del mencionado río. Se establecieron dos muestreos por periodo en la época de lluvia y la de estiaje. En los meses de abril y mayo para época de lluvia, en junio y julio para época de estiaje, correspondientes al año 2019. La investigación tuvo un diseño descriptivo, no experimental, longitudinal; estableciendo como muestra cuatro puntos de monitoreo para la evaluación del drenaje ácido de mina del socavón Prosperidad y del agua para riego de vegetales de tallo alto y bajo, bebida de animales, concluyendo que los resultados de arsénico,

cobre, hierro, plomo, zinc, pH, conductividad y temperatura del drenaje ácido de mina superan los LMP (D.S. N° 010-2010-MINAM) y las concentraciones de cobre, hierro y zinc en agua para riego de vegetales de tallo alto, bajo y bebida de animales, los resultados superan a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas de ríos de categoría 3. (D.S N° 004-2017-MINAM). Esta investigación aportó en la definición de parámetros a estudiar y la metodología (p.12).

Garay y Núñez (2020) evaluaron la influencia del vertimiento de la actividad minera y la contaminación del agua del río Tingo – Maygasbamba, causando la degradación ambiental y su efecto en la salud de la población, para lo cual se realizaron análisis al agua en dos puntos del recorrido del río Tingo- Maygasbamba (aguas arriba y abajo); donde, se valorizaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y parámetros del agua como pH, turbidez y metales (Pb, As, Cr, Cu, Fe, Mn), generan alteración de la calidad del agua, concluyendo que Al comparar los resultados antes y después del vertimiento de la actividad minera, se observó que las aguas del río Tingo – Maygasbamba, después del vertimiento hay mayor concentración de metales, generando alteración de los parámetros físicos y químicos del agua, deteriorando significativamente los ecosistemas. Los resultados obtenidos de las muestras uno y dos a 100 m antes y después del vertimiento de la actividad minera Gold Fields la Cima, al ser comparadas se avizoró que, en la muestra dos existe mayor concentración de metales que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles, lo cual testifica que el agua está contaminada por el vertimiento de la actividad minera. Esta investigación permitió identificar la metodología a utilizar (p. 18).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 *Monitoreo ambiental***

Las actividades que desarrollan los seres humanos como las domésticas, industriales, comerciales, agropecuarias, urbanísticas, entre otras, han ocasionados impactos ambientales originando múltiples problemas ambientales, siendo uno de ellos, el riesgo a la sostenibilidad de la explotación de los recursos naturales e incluso, la supervivencia de la humanidad. Estos problemas ambientales no deben ser estudiados de forma aislada, sino junto con el proceso de desarrollo, donde prevalezca el equilibrio entre el progreso económico, el crecimiento de la población, el uso racional de los recursos naturales, la protección y conservación del ambiente; es decir, el desarrollo sustentable.

El monitoreo ambiental constituye uno de los instrumentos fundamentales para materializar la gestión ambiental, dada contribución a retroalimentar la planificación y toma de decisiones en estos temas. Aunque desde el punto de vista conceptual ha sido mayormente abordado en el ámbito del manejo de los recursos naturales y en particular de la biodiversidad, no deja de ser un tema atractivo para los espacios empresariales donde la gestión ambiental cobra cada vez mayor auge (Hernández et al., 2019).

### **2.2.2 *Monitoreo de agua***

El monitoreo o vigilancia del agua, es una de las principales herramientas para conocer el comportamiento de un acuífero, que permite mejorar su gestión y tomar medidas para su manejo sustentable. Estos monitoreos tienen el objetivo de mejorar la calidad y accesibilidad a la información y con ello obtener un acceso a resultados sobre el estado del recurso hídrico (Ruz et al., 2020).

### **2.2.3 Tipos de fuentes naturales de agua**

#### **2.2.3.1 Aguas naturales potables**

Son aguas provenientes de manantiales, lagos, ríos, lagunas, deshielos, y otros que por sus características de potabilidad en lo que respecta a su composición salina y pureza libre de bacterias son aptas para el consumo humano, sin poseer virtudes medicinales (Vicuña, 2019, p.13).

#### **2.2.3.2 Aguas superficiales**

Estas aguas comprenden los diferentes cuerpos de agua los ríos, los lagos, lagunas, estanques y otros, aguas provenientes de las lluvias que caen en la cuenca receptora correspondiente (Vicuña, 2019).

#### **2.2.3.3 Aguas subterráneas**

Son aguas que se encuentran en el interior de la corteza terrestre que llegaron ahí por infiltración o se originan en los núcleos volcánicos de la tierra, que forman manantiales o fuentes cuando afloran (Vicuña, 2019).

#### **2.2.3.4 Aguas Minerales**

Son aguas que se caracterizan por su alto contenido en mineral, más de 1g/L de materias sólidas disueltas, el mismo que se encuentra sobre los límites establecidos por las normas de aguas potables (Vicuña, 2019).

#### **2.2.3.5 Aguas minerales gaseosas**

Son aguas que emergen acompañados del gas CO<sub>2</sub> y que debido a la cantidad y pureza del mismo puede ser utilizada para bebidas minerales gasificadas. Es el agua mineral que por no tener el gas natural se le añade CO<sub>2</sub> artificialmente para los fines de bebida.

### **2.2.3.6 Aguas termales**

Son aguas que afloran a temperaturas mayores que las de los cuerpos naturales de agua normales (Vicuña, 2019).

### **2.2.3.7 Aguas minero medicinales**

Son aguas minerales que contienen alto contenido de iones comunes y además de ellos contienen otros elementos minerales no comunes en cantidades pequeñas, como: Litio, yodo, flúor, bromo, aluminio, cinc y otros, que utilizados como: Baños, bebidas, aspersión, inhalación, irrigación y producen efectos benéficos para la salud (Vicuña, 2019).

### **2.2.3.8 Aguas termo minerales**

Son aguas minerales a las que se añade otro factor fundamental, que es la termalidad y en consecuencia sus aplicaciones son mayores, estas aguas son muy valoradas y apreciadas cuando de tratar enfermedades se trata (Vicuña, 2019).

## **2.2.4 Clasificación de aguas residuales**

### **2.2.4.1 Aguas residuales domésticas**

Son aquellas que tienen origen en las residencias que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana (Pardave, 2022).

### **2.2.4.2 Aguas residuales industriales**

Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso industrial productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras (Pardave, 2022).

### **2.2.4.3 Aguas residuales municipales**

Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado (Pardave, 2022).

### **2.2.5 Criterios técnicos para la selección de la fuente de agua**

Mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, el Ministerio del Ambiente (MINAM), aprobó los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA de Agua); así como las disposiciones para su aplicación, estos estándares de calidad son legalmente “la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente”. Para definir los criterios de calidad para la selección de la fuente, se tiene en consideración las siguientes precisiones de las categorías de los ECA para los cuerpos de agua, determinados en relación al uso que se le va a dar al cuerpo natural de agua como se detalla a continuación:

#### **2.2.5.1 Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

##### **A. Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.**

- a) Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (A1): Son aquellas aguas, que por sus características de calidad reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.
- b) Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (A2): Son aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento convencional, que puede estar conformado para los siguientes procesos: decantación, coagulación, floculación, sedimentación, y/o filtración, o métodos equivalentes; además de la desinfección de conformidad con lo señalado en la normativa vigente.
- c) Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado (A3): Son aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano que incluya

tratamiento físico y químico avanzado, como precloración, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o método equivalente; que sea establecido por el sector competente.

#### **B. Sub Categoría B. Aguas superficiales destinadas para recreación**

Son las aguas superficiales destinadas al uso recreativo, que en la zona costera marina comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea y que en las aguas continentales su amplitud es definida por la autoridad competente.

- a) Contacto primario (B1): aguas superficiales destinadas al uso recreativo de contacto primario por la autoridad de salud; incluyen actividades como natación, esquí acuático, buceo libre, surf, canotaje, navegación en tabla a vela, mota acuática, pesca submarina o similares.
- b) Contacto secundario (B2): aguas superficiales destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la autoridad de salud, como deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

#### **2.2.5.2 Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino Costeras y Continentales**

**A. Sub Categoría C1.** Extracción y cultivo de moluscos bivalvos en aguas marino costeras Entiéndase a las aguas donde se extraen o cultivan los moluscos bivalvos, definiéndose por moluscos bivalvos a los lamelibranquios que se alimentan por filtración, tales como ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones y similares; se incluyen a los gasterópodos (ej. caracol, lapa), equinodermos (estrella de mar) y tunicados.

- a) Sub Categoría C2:** Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

- b) **Sub Categoría C3.** Otras Actividades en aguas marino costeras. Entiéndase a las aguas destinadas para actividades diferentes a las precisadas en las subcategorías C1 y C2, tales como infraestructura marina portuaria, de actividades industriales y de servicios de saneamiento.
- c) **Sub Categoría C4:** Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas. Entiéndase a los cuerpos de agua destinadas a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

#### **2.2.5.3 Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales**

- A. **Subcategoría D1:** Vegetales de Tallo Bajo y Alto. Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo (tallos bajos), tales como plantas de ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares) y de plantas de porte arbustivo o arbóreo (tallos altos), tales como árboles forestales, frutales, entre otros.
- B. **Sub Categoría D2:** Bebida de Animales.

#### **2.2.5.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático**

Están referidos a aquellos cuerpos de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento y que cuyas características requieren ser protegidas.

- A. **Sub Categoría E1:** Lagunas y Lagos Comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua, de origen y estado natural y lenticos incluyendo humedales.
- a) **Sub Categoría E2:** Ríos Incluyen todas las aguas que se mueven continuamente en una misma dirección. Existe por consiguiente un movimiento definido y de avance irreversible; corresponde a aguas en estado lotico.

**b) Sub Categoría E3: Ecosistemas Marino Costeros Estuarios:** Entiéndase como zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos, hasta el límite superior del nivel de marea; incluye marismas y manglares. Marino: Entiéndase como la zona del mar comprendido desde los 500 m de la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional (Vicuña, 2019).

### **2.2.6 Calidad de agua**

La calidad del agua se define en base a la caracterización de los elementos y compuestos presentes en solución o en suspensión. Uno de los métodos para determinar la calidad del agua se basa en el uso que se le da; así, por ejemplo, el agua para consumo humano no debe contener concentraciones de elementos o compuestos que puedan afectar la salud, además debe tener un buen aspecto. Entre los principales usos del agua, tenemos el uso doméstico, industrial, hidroeléctrico, navegación, irrigación, crianza de ganado y aves de corral. Cuando la calidad del agua no reúne las características requeridas para satisfacer las necesidades de acuerdo con el uso, debe ser acondicionada mediante las operaciones y procesos químicos que sean necesarios para obtener la calidad deseada (Vilca, 2022).

### **2.2.7 Reglamentos**

#### **2.2.7.1 Protocolo nacional para monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales**

Este protocolo fue aprobado mediante Resolución Jefatural N°010-2016-ANA, con fecha 11 de enero del 2016 por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). La finalidad de esta resolución es de lograr imponer un estándar en los criterios y procedimientos técnicos para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos marino costeros y continentales. (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

### **2.2.7.2 Estándar de calidad ambiental para agua**

Decreto supremo N°004-2017-MINAM, aprueban estándares nacionales de calidad ambiental para agua, que aprueban estándares de calidad ambiental para agua. Esta normativa autoriza la modificación y la eliminación de algunos parámetros, categorías y subcategorías de los ECA para agua, y a su vez mantienen otros que fueron aprobados por los anteriores decretos supremos (MINAM, 2017). El mencionado decreto establece valores que indican el nivel de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos que están presentes en el agua; en el cual los valores no representan riesgo inmediato y significativo para la salud humana y el entorno medio ambiental. De la misma manera propone lineamientos para el proceso de evaluación de estos parámetros y se aplica el principio de gradualidad durante el curso de la evaluación (MINAM, 2017).

De acuerdo a lo establecido en el D.S. N°004-2017-MINAM, las aguas clasificadas en categoría 3, destinadas al riego de vegetales y bebida de animales presenta los parámetros de calidad, indicados en la Tabla 1 y 2:

**Tabla 1**

*Parámetros fisicoquímicos e inorgánicos de calidad ambiental para categoría 3 destinada para riego de vegetales y bebida de animales*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego restringido ©	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FISICOS-QUIMICOS</b>				
Aceites y grasas	mg/L		5	10
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Cianuro Wad	mg/L		0.1	0.1
Cloruros	mg/L		500	**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co		100 (a)	100(a)
Conductividad	µs/cm		2500	5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L		0.2	0.5
Fenoles	mg/L		0.002	0.01
Fluoruros	mg/L		1	**
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)+	mg/L		100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)+	mg/L		10	10
Oxígeno Disuelto (Valor mínimo)	mg/L		>= 4	>=5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6.5-8.5	6.5-8.4
Sulfatos	mg/L		1000	1000
Temperatura	°C		Δ3	Δ3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L		5	5
Arsénico	mg/L		0.1	0.2
Bario	mg/L		0.7	**
Berilio	mg/L		0.1	0.1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0.01	0.05
Cobre	mg/L		0.2	0.5
Cobalto	mg/L		0.05	1
Cromo Total	mg/L		0.1	1
Hierro	mg/L		5	**
Litio	mg/L		2.5	2.5
Magnesio	mg/L		**	250
Manganeso	mg/L		0.2	0.2
Mercurio	mg/L		0.001	0.01
Niquel	mg/L		0.02	1
Plomo	mg/L		0.05	0.05
Selenio	mg/L		0.02	0.05
Zinc	mg/L		2	24

*Nota.* Estándares de Calidad Ambiental para agua. Tomado del MINAM (2017).

**Tabla 2**

*Parámetros orgánicos de calidad ambiental para categoría 3 destinada para riego de vegetales y bebida de animales*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego restringido ©	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0.04		0.045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrín	µg/L	0.004		0.7
Clordano	µg/L	0.006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0.001		30
Dieldrin	µg/L	0.5		0.5
Endosulfan	µg/L	0.01		0.01
Endrin	µg/L	0.004		0.2
Heptacloro y Heptacloro Epoxido	µg/L	0.01		0.03
Lindano	µg/L	4		4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	2000	1000
Escherichia Coli	NMP/100ml	1000	**	**
Huevos de Helminetos	Huevo/L	1	1	**

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

(b): Después de filtración simple.

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

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

Nota:

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

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

*Nota.* Estándares de Calidad Ambiental para agua. Tomado del MINAM (2017).

## **2.2.8 Marco conceptual**

### **2.2.8.1 Vertimiento**

Vertido sólido o líquido producido sobre una masa de agua, constituido por sustancias o productos perjudiciales para el medio ambiente. Descarga de cualquier cantidad de material o sustancias ofensivas al medio ambiente y a la salud pública (Decreto Supremo N° 032-2002-EM, 23 de octubre de 2002). Después de realizar el proceso de tratamiento de las aguas residuales, estas podrán ser descargadas a un cuerpo receptor de agua no contaminada ( Guillén, 2020,p.35).

### **2.2.8.2 Estándar de calidad**

Instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. En el Perú tenemos cinco tipos de Estándares de Calidad Ambiental que son para Agua, Aire, Suelo, Ruido y Radiaciones No Ionizantes. (MINAM, 2017.p.11).

### **2.2.8.3 Cuerpo receptor**

Cuerpo natural de agua continental o marino costero que recibe el vertimiento de aguas residuales tratadas (ANA, 2016.p.51).

### **2.2.8.4 Calidad de agua**

Condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. La calidad del agua, en general, se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares establecidos. (BCN, 2016.p.2).

#### **2.2.8.5 Cuerpos naturales de agua**

Extensión de agua como río, lago, mar u océano que cubren parte de la Tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales como los embales, aunque la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada, salobre o dulce (ANA, 2016.p.51).

#### **2.2.8.6 Monitoreo ambiental**

Un sistema continuo de observación de medidas y evaluaciones para propósitos definidos; una herramienta importante en el proceso de evaluación de impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control (Marquez, 2020).

#### **2.2.8.7 Punto de monitoreo de agua**

Ubicación geográfica de un punto donde se realiza la evaluación de la calidad, cantidad de un cuerpo natural de agua en forma periódica, en el marco de las actividades de vigilancia de la calidad de agua (ANA, 2016.p.55).

#### **2.2.8.8 Parámetro**

Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación (RAE, 2024)

A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva (Pérez y Gardey, 2021).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del estudio

Esta investigación se encuentra ubicada políticamente en el departamento de Cajamarca, provincia y distrito de Hualgayoc, en las fuentes naturales de agua Rio Tingo, Quebrada La Eme, Quebrada Mesa de Plata, Quebrada El Puente La Hierba.

##### 3.1.1 Extensión

La provincia de Hualgayoc tiene una superficie de 785.46 km<sup>2</sup>, ocupando el 2.38 % del departamento de Cajamarca (Atlas de Cajamarca, 2024).

##### 3.1.2 Hidrografía

Hualgayoc pertenece hidrográficamente a la Intercuenca Alto Marañón IV, se ubica en la región hidrográfica del Amazonas, Vertiente Hidrográfica del Atlántico, en la zona norte del territorio nacional, formando parte del ámbito de la Autoridad Administrativa del Agua VI Marañón. Encontrándose dentro del ámbito de las Administraciones Locales de Agua Las Yangas Suite y Chotano Llaucano. La Cuenca del río Llaucano se encuentra ubicada en la región nor oriental formando parte de las provincias de Cajamarca, Hualgayoc, Chota y Cutervo del departamento de Cajamarca; Geográficamente sus puntos extremos están ubicados aproximadamente entre las coordenadas 78° 18' y 78° 52' de longitud Oeste y 6°04' y 6°59' de latitud Sur; los principales centros poblados ubicados, dentro de la cuenca son Hualgayoc, Bambamarca, Cutervo, Súcota, Conchán y Tacabamba (ANA, 2009).

### **3.1.2.1 Clasificación de los cuerpos naturales de agua a evaluar**

Según las Normas Vigentes, El Rio Tingo, Quebrada La Eme, Quebrada Mesa de Plata, Quebrada El Puente La Hierba. son destinados para riego de vegetales y bebida de animales y para el consumo humano, se evaluará con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental – ECA para Agua Categoría 3: “Riego de vegetales y bebida de animales”, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y la Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA de fecha 13/02/2018, que aprueba la “clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales”.

### **3.1.3 Empresas mineras evaluadas**

- **Empresa minera Gold Fields La Cima S.A.**

La Unidad Minera Cerro Corona, se encuentra ubicada en la provincia de Hualgayoc, en la comunidad campesina El Tingo, con acceso en el paraje Coimolache carretera a Cajamarca, a 3900 msnm, esta unidad produce un concentrado de cobre que contiene partículas de oro mediante métodos convencionales de explotación a tajo abierto.

- **Compañía minera Coimolache S.A**

Está ubicada en la provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, aproximadamente 85 kilómetros al noroeste de la ciudad de Cajamarca a una altitud de 3,884 msnm, la unidad productiva presente en Hualgayoc es la Tantahuatay la cual extrae oro y plata.

- **Sociedad minera Corona S.A.**

Está ubicada en la provincia de Hualgayoc, comunidad campesina El Tingo, departamento de Cajamarca, a una altitud de 3 890 msnm, en la actualidad no se encuentran realizando actividades extractivas, se encuentran en una etapa de post cierre de minas.

## **3.2 Unidad de análisis, población y muestra**

### **3.2.1 *Unidad de análisis***

La calidad de agua del Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata, quebrada El Puente La Hierba.

### **3.2.2 *Población***

Agua de las fuentes naturales Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata, quebrada El Puente La Hierba, que se encuentran ubicadas hidrográficamente en la Intercuenca Alto Marañón IV.

### **3.2.3 *Muestra***

3 L de muestra de agua de cada uno de los puntos de muestreo establecidos (QLeme1, QMpla2, QMpla1, QEphi4, QEphi3, RTing1, QEphi2, QEphi1), muestreados de forma anual durante 4 años en las fechas 4 de mayo 2018, 11 de agosto 2020, 19 de agosto 2021 y 10 de noviembre 2022.

## **3.3 Tipo y descripción del diseño de investigación**

Esta investigación fue de tipo cuantitativa no experimental, donde se analizó la calidad de agua en base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3, de las fuentes de agua Rio Tingo, quebrada La Eme, quebrada Mesa de Plata, quebrada El Puente La Hierba, durante 4 años, en el periodo 2018 y 2019 al 2022, para lo cual se estableció 8 puntos de monitoreo en las mencionadas fuentes, ubicados estratégicamente aguas arriba y aguas abajo de los vertimientos para poder de esta manera mediante comparación de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos, determinar la situación actual de la calidad de agua de las fuentes en evaluación y en contraste con el reglamento establecido. De esta forma identificar si los vertimientos mineros tienen alguna relación alguna e identificar probables puntos críticos de contaminación.

**A. Fase de gabinete:** En esta fase se identificaron y establecieron los puntos de monitoreo, los cuales fueron ocho, elegidos por ser de influencia minera directa en la zona de Hualgayoc. Estos puntos existen en la red de monitoreo de la Autoridad Nacional del Agua y se muestran a continuación:

**Tabla 3**  
*Ubicación geográfica de puntos de monitoreo*

N°	Código punto de muestreo	Descripción	Elevación	Coordenadas UTM -WGS 84	
				ESTE	NORTE
1	QMpla1	Quebrada Mesa de Plata, 50 metros aguas arriba de los vertimientos de la compañía Minera Gold Fields	3746	763440	9252440
2	QMpla2	Quebrada Mesa de plata, 100 metros aguas abajo de los vertimientos de la compañía Minera Gold Fields	3730	763543	9252384
3	QEphi3	Quebrada El Puente de la Hierba, 50 metros aguas arriba de los vertimientos de la compañía Minera Gold Field	3646	759943	9252341
4	QEphi4	Quebrada El Puente de la Hierba, 100 metros aguas abajo de los vertimientos de Minera Gold Field, a la altura del puente Carretera Sector las Águilas	3599	760635	9252604
5	QEphi1	Quebrada El Puente de la Hierba, 50 metros aguas arriba de las operaciones de CIA minera Coimolache	3886	756319	9253719
6	QEphi2	Quebrada El Puente de la Hierba, 100 metros aguas abajo de las operaciones de compañía Minera Coimolache	3767	757559	9252744
7	QLeme1	Quebrada La Eme, antes de la confluencia con la quebrada Puente la Hierba, 50 metros aguas arriba del vertimiento de Sociedad Minera Corona S.A.	3668	760286	9254093
8	RTing1	Rio Tingo, 100 metros aguas abajo de la bocamina el Tingo, concesión de Sociedad Minera Corona S.A.	3545	761769	9253626

Nota. Se muestran 8 puntos de monitoreo que tienen influencia minera, tomado de información brindada por la Administración Local del Agua Chotano Llaucano.

Teniendo en cuenta que, los vertimientos mineros evaluados fueron cuatro, se establecieron 02 puntos de control, uno aguas arriba y otras aguas abajo a fin de evaluar los posibles impactos, durante 4 años, en el periodo 2018 y 2020 al 2022. La ubicación geográfica de los vertimientos mineros se encuentra en la Tabla 4:

**Tabla 4**  
*Vertimientos mineros evaluados*

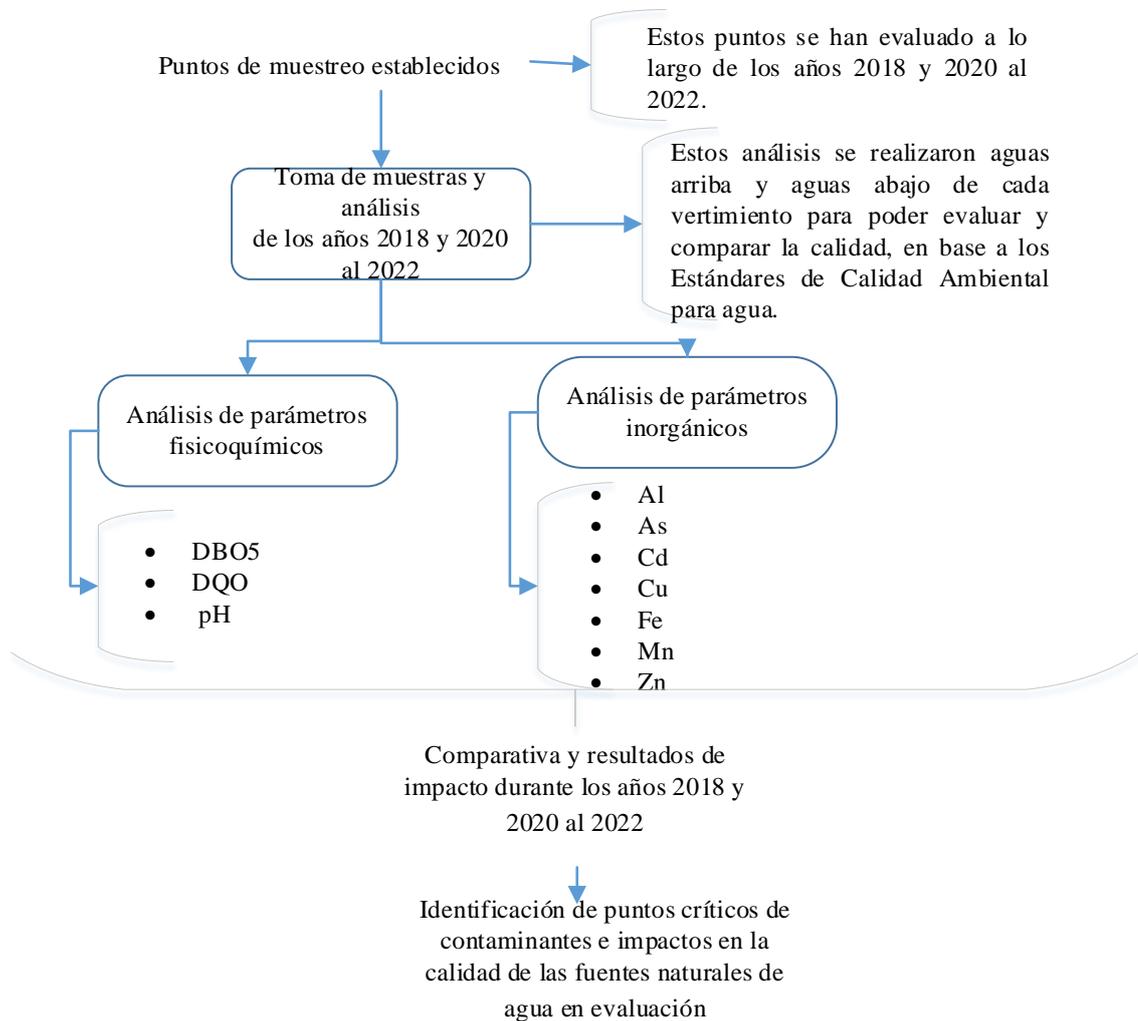
N°	Vertimiento	Puntos de control establecidos	COORDENADAS UTM - WGS 84 Zona 17M	
			NORTE	ESTE
1	Vertimiento minero perteneciente a compañía minera Coimolache S.A.	QEph1 y QEph2	9253108	756900
	Vertimiento minero 1 perteneciente a minera Gold Fields S.A.	QEph3 y QEph4	9252553	760610
2	Vertimiento minero 2 perteneciente a minera Gold Fields S.A.	QMpla1 y QMpla2	9252408	763445
4	Vertimiento minero perteneciente a concesión minera Corona S.A.	QLeme1 y RTing1	9253582	761719

**B. Fase de campo:** En esta fase se tomaron las muestras de campo en las fechas 4 de mayo del 2018, 11 de agosto del 2020, 19 de agosto del 2021 y 10 de noviembre del 2022, cabiendo resaltar que los resultados de monitoreo de los años 2018, 2020 y 2021, los brindó la Administración Local del Agua Chotano Llaucano, órgano desconcentrado de la Autoridad Nacional del Agua, para poder obtener una base de datos más amplia y poder obtener mayor análisis durante el periodo 2018 y 2019 al 2022, correspondiente a la vigilancia de la calidad del agua de las fuentes de agua con influencia minera evaluadas.

**C. Fase de laboratorio:** En esta fase de laboratorio se mandaron las muestras recolectadas de cada punto de influencia minera establecido a un laboratorio acreditado por INACAL para poder obtener los análisis respectivos de parámetros fisicoquímicos e inorgánicos.

A continuación, se muestra el esquema del diseño metodológico que se realizó para llevar a cabo Esta investigación:

**Figura 1**  
*Esquema del diseño metodológico*



## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1 *Técnicas de recolección***

#### **3.4.1.1 Observación**

La observación como tal de cada etapa de la investigación fue una técnica primordial, que permitió recolectar toda la información para la obtención de resultados en la fase de campo.

#### **3.4.1.2 Toma de muestras**

Se realizó la toma de muestras de cada punto de control establecido, para realizar análisis de la evaluación de la calidad, haciendo uso del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado mediante R.J 010-2016-ANA

### **3.4.2 *Instrumentos de recolección***

#### **3.4.2.1 Materiales**

- Frascos de recolección de muestras de plástico y vidrio
- Coolers
- Cajas de tecnoport
- Balde
- Guantes
- Lentes de protección
- Papel absorbente
- Lapiceros
- Plumón indelible y acrílico
- Bolsas plásticas
- Libreta de apuntes
- Pizarra acrílica

- Cinta adhesiva

#### **3.4.2.2 Reactivos**

- Hidróxido de sodio
- Ácido nítrico
- Ácido sulfúrico
- Tiosulfato de Sodio
- Acetato de Zinc
- Agua destilada

#### **3.4.2.3 Equipos**

- GPS
- Cámara fotográfica
- Multiparámetro marca WTW
- Laptop marca HP

### **3.4.3 Métodos**

Los métodos usados, para determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos establecidos para esta investigación (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH), y parámetros inorgánicos (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn), son los siguientes:

#### **3.4.3.1 Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La DBO fue determinada mediante el método de incubación y electrometría, el cual determina la medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C. En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO a cinco días representa en promedio un 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable. La DBO, como todo ensayo biológico, requiere cuidado especial en su realización, así

como conocimiento de las características esenciales que deben cumplirse, con el fin de obtener valores representativos confiables. El ensayo supone la medida de la cantidad de oxígeno consumido por organismos vivos en la utilización de la materia orgánica presente en un residuo; por tanto, es necesario garantizar que durante todo el periodo de ensayo exista suficiente oxígeno disuelto para ser utilizado por los organismos. Además, debe garantizarse que se suministran las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo y trabajo de los microorganismos, así que hay que proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo bacterial, tales como N y P y eliminar cualquier sustancia toxica de la muestra. Es también necesario que exista una población de organismos suficiente en cantidad y en variedad de especies, llamada “Cepa” o “semilla”, durante la realización del ensayo, para la degradación de la materia orgánica. El método se aplica para la matriz aguas naturales superficiales y residuales industriales. Es empleado para el intervalo de 2 a 5000 mg/L. Es un método electrométrico, en el que se determina el oxígeno disuelto consumido, en sus procesos metabólicos, por los microorganismos, en la degradación de la materia orgánica, incubando la muestra en la oscuridad a  $20 \pm 30^{\circ}\text{C}$ , por cinco días (Navarro, 2007).

#### **3.4.3.2 Determinación de la Demanda Química de Oxígeno**

La demanda química de oxígeno (DQO) es una medición indirecta de la cantidad de materia orgánica en una muestra, determinada mediante la prueba colorimétrica, con la cual se puede medir todos los compuestos orgánicos que requieren un reactivo para pasar por el proceso de digestión. Utiliza el sulfato de plata como catalizador para la oxidación de compuestos alifáticos lineales. Sulfato de mercurio como inhibidor de haluros, el tiempo de reflujo es de 2 horas a  $150 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , el consumo de oxígeno se mide a 600 nm con un espectrofotómetro frente a los estándares. Cuando una muestra es digerida, el material DQO en esa muestra se oxida por el ión dicromato.

Como resultado, el Cromo pasa de estado hexavalente (VI) a trivalente (III). Ambas especies de Cromo exhiben un color y absorben luz en la región visible del espectro. En la región 400 nm el ión dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) absorbe mucha luz mientras que el ión crómico ( $\text{Cr}^{3+}$ ) absorbe mucho menos. En la región 600 nm es el ión crómico el que absorbe mucho y el ión dicromato tiene una absorción prácticamente nula (Collazos, 2021).

#### Metodología:

- Realice el proceso de digestión de las muestras y en un blanco de reactivo. El blanco de reactivo es solo una muestra de agua desionizada que se maneja de la misma manera que sus muestras reales. Incluso usted puede reutilizar el blanco de reactivo durante el tiempo que dure su lote de reactivo.
- Deje enfriar las muestras del proceso de digestión y del blanco.
- Ponga el espectrofotómetro en cero usando un vial en blanco.
- Lea los resultados de las muestras.

#### **3.4.3.3 Determinación de Potencial de hidrógeno**

La obtención del potencial de hidrógeno se realizó in situ, al momento de la toma de muestra, haciendo uso de un equipo multiparámetro marca WTW, el cual a través de una sonda que contiene un electrodo realizó la lectura del valor de forma inmediata.

#### **3.4.3.4 Cuantificación de metales**

Para cuantificar los metales se hizo uso del método de espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente, el cual es altamente sensible y capaz de determinar de forma cuantitativa casi todos los elementos presentes en la tabla periódica que tengan un potencial de ionización menor que el potencial de ionización del argón a concentraciones muy bajas (nanogramo/litro o parte por trillón, ppt). Se basa en el

acoplamiento de un método para generar iones (plasma acoplado inductivamente) y un método para separar y detectar los iones (espectrómetro de masas). La muestra, en forma líquida, es transportada por medio de una bomba peristáltica hasta el sistema nebulizador donde es transformada en aerosol gracias a la acción de gas argón. Dicho aerosol es conducido a la zona de ionización que consiste en un plasma generado al someter un flujo de gas argón a la acción de un campo magnético oscilante inducido por una corriente de alta frecuencia. En el interior del plasma se pueden llegar a alcanzar temperaturas de hasta 8000 K. En estas condiciones, los átomos presentes en la muestra son ionizados. Los iones pasan al interior del filtro cuadrupolar a través de una interfase de vacío creciente, allí son separados según su relación carga/masa. Cada una de las masas sintonizadas llegan al detector donde se evalúa su abundancia en la muestra (Mansilla y Cuesta, 2022).

### **3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para el análisis estadístico de los datos se usó el programa Excel y STATGRAPHICS, mediante la prueba T. La prueba T es una herramienta que permite evaluar dos medias de muestras relacionadas, una comparación de antes y después de los parámetros para determinar si se acepta o se rechaza las hipótesis planteadas y poder evaluar las transgresiones a los Estándares de Calidad Ambiental durante el periodo 2018, 2020 al 2022 (Rivas et al., 2013).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Determinación de los parámetros fisicoquímicos

De los tres parámetros fisicoquímicos evaluados de DBO<sub>5</sub>, DQO y pH, en los puntos de control para los cuatro vertimientos mineros, los dos primeros parámetros se encontraron como aceptables en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, a diferencia del pH, que presentó algunas transgresiones a los ECA en algunos puntos, tal como Ramos (2022), quien concluye que, las actividades mineras no generan influencia negativa en la calidad del agua, descartando la presencia en concentraciones alarmantes de metales, obteniendo valores por debajo de los rangos permitidos en la normatividad peruana.

Cárdenas en su investigación menciona que existe impactos sociales de forma significativa, pero no impactos en la calidad del agua (Cárdenas, 2021).

Sin embargo, difiere de Garay y Núñez (2020), que señalan, en una de las muestras de vertimientos evaluadas en la Empresa Minera Gold Fields S.A. sobrepasó los LMP, así como Aguirre y Huaman (2019), que indican que, las aguas del río Tingo Maygasbamba, Hualgayoc, Cajamarca en el año 2019, superaron los LMP en el caso del vertimiento y ECA en caso del cuerpo receptor.

#### 4.1.1 *Parámetro DBO<sub>5</sub>*

De los ocho puntos monitoreados, el parámetro de DBO<sub>5</sub>, durante el periodo de cuatro años 2018 y 2020 al 2022, no sobrepasó el valor establecido de 15 mg/L en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, tal como se muestra en la Tabla 5:

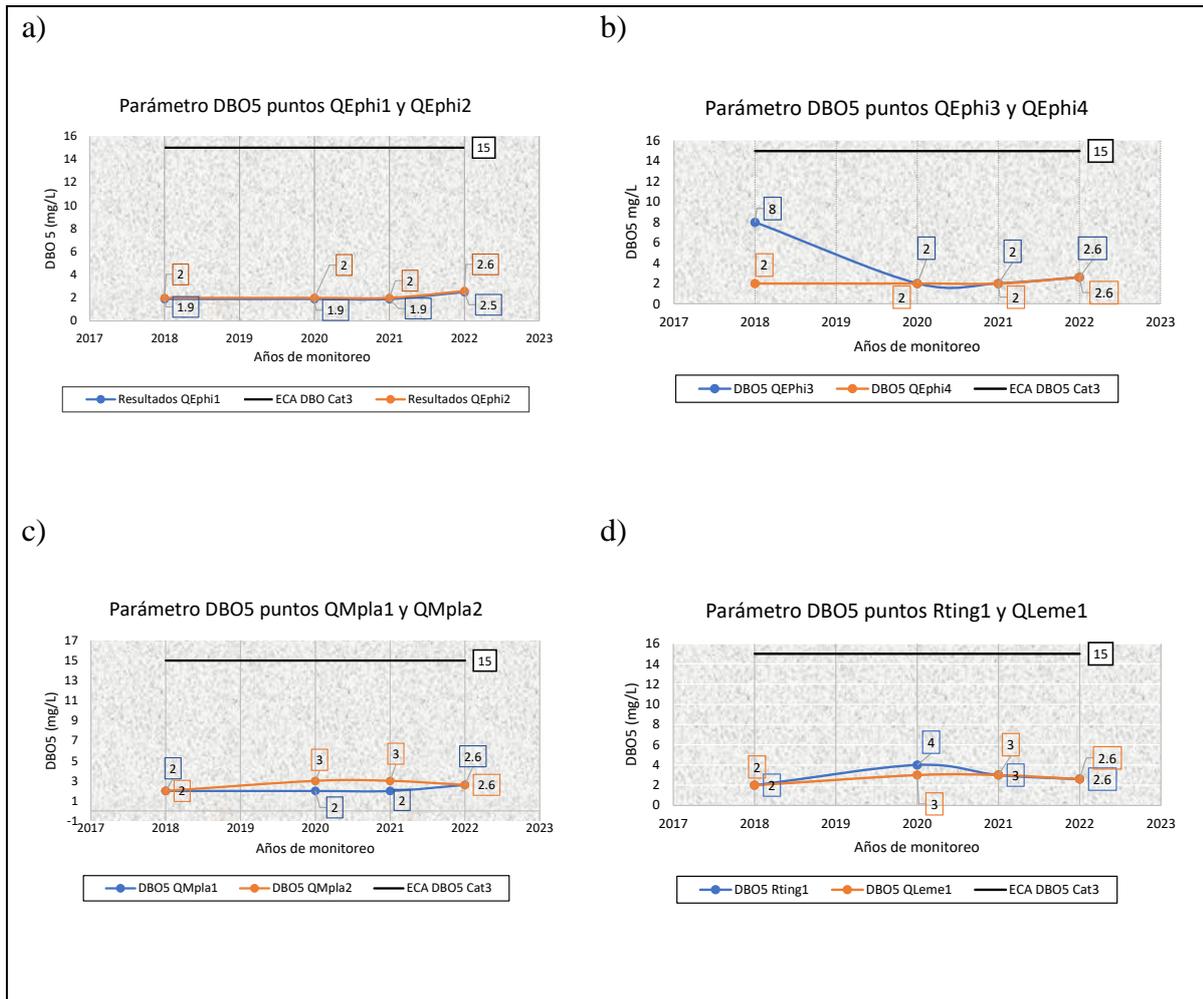
**Tabla 5**

*Resultados para el parámetro de DBO<sub>5</sub>, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

PUNTOS DE MONITOREO	ECA Cat3 DBO <sub>5</sub>	AÑOS DE EVALUACIÓN			
		2018	2020	2021	2022
QEphi1	15 mg/L	1.9	1.9	1.9	2.5
QEphi2	15 mg/L	2.0	2.0	2.0	2.6
QEphi3	15 mg/L	8.0	2.0	2.0	2.6
QEphi4	15 mg/L	2.0	2.0	2.0	2.6
QMpla1	15 mg/L	2.0	2.0	2.0	2.6
QMpla2	15 mg/L	2.0	3.0	3.0	2.6
QLeme1	15 mg/L	2.0	3.0	3.0	2.6
RTing1	15 mg/L	2.0	4.0	3.0	2.6

En la Figura 2 se muestran cuatro gráficos pertenecientes a los vertimientos mineros evaluados, donde se muestra el cambio en la concentración del parámetro de DBO<sub>5</sub>, antes y después del vertimiento minero teniendo los puntos QEphi1, QEphi3, QMpla1, QLeme1, como puntos antes del vertimiento y los puntos QEphi2, QEphi4, QMpla2, RTing1 los establecidos después del vertimiento. Visualizando que, en los cuatro vertimientos este parámetro no sobrepasa el ECA para agua de 15 mg/L.

**Figura 2**  
Gráficos comparativos del parámetro DBO<sub>5</sub>, por vertimiento minero



#### 4.1.2 Parámetro DQO

A continuación, se muestra los resultados del parámetro de DQO para los 8 puntos de control en los cuatro años evaluados, mostrando que, este parámetro no sobrepasó el valor establecido de 40 mg/L en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, tal y como se muestra en la Tabla 6:

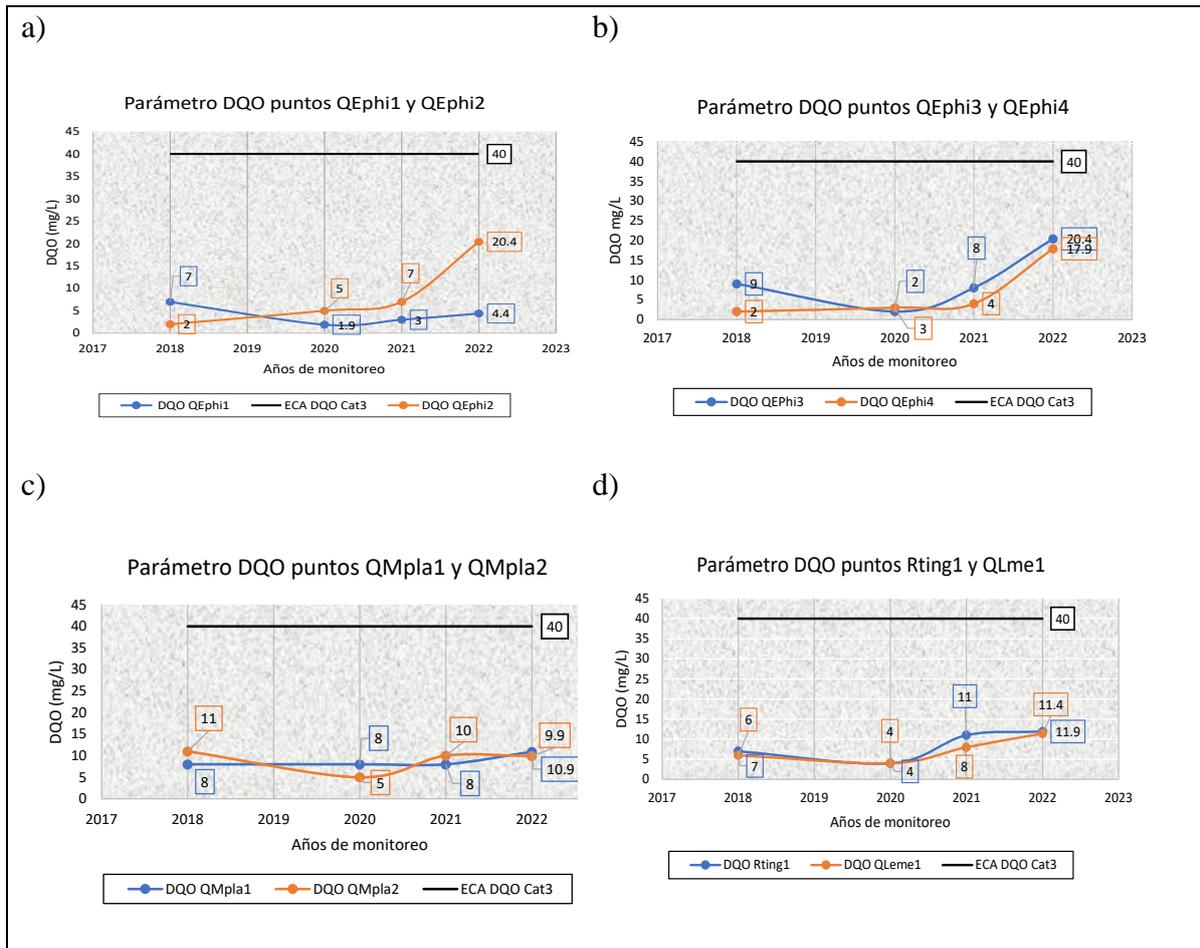
**Tabla 6***Resultados para el parámetro de DQO, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

PUNTOS DE MONITOREO	ECA Cat3 DQO	AÑOS DE EVALUACIÓN			
		2018	2020	2021	2022
QEphi1	40 mg/L	7	1.9	3	4.4
QEphi2	40 mg/L	2	5	7	20.4
QEphi3	40 mg/L	9	2	8	20.4
QEphi4	40 mg/L	2	3	4	17.9
QMpla1	40 mg/L	8	8	8	10.9
QMpla2	40 mg/L	11	5	10	9.9
QLeme1	40 mg/L	6	4	8	11.4
RTing1	40 mg/L	7	4	11	11.9

En la Figura 3 se muestra cuatro gráficos, cada uno pertenece a un vertimiento minero, y el antes y después de la concentración de DQO, teniendo los puntos QEphi1, QEphi3, QMpla1, QLeme1, como puntos antes del vertimiento y los puntos QEphi2, QEphi4, QMpla2, RTing1 los establecidos después del vertimiento.

Se puede identificar que, si hubo cambios en el antes y el después, sin embargo, en ninguno de los vertimientos se sobrepasó los 40 mg/L establecidos en el ECA para agua categoría3.

**Figura 3**  
Gráficos comparativos del parámetro DQO, por vertimiento minero



### 4.1.3 Parámetro pH

La Tabla 7 representa los resultados obtenidos para los ocho puntos de control, donde se muestra que, el parámetro de pH, transgredió el rango establecido de 6.4 a 8.5 en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, en el punto QEphi1 en los 4 años evaluados el valor resultó por debajo de lo establecido, así como en el punto QEphi2 en el año 2018 y 2020, en el punto QEphi3 en el año 2020 y en el punto RTing1 en el año 2021, tal y como se muestra a continuación:

**Tabla 7**

*Resultados para el parámetro de pH, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

PUNTOS DE MONITOREO	ECA Cat3 pH Min	ECA Cat3 pH Max	AÑOS DE EVALUACIÓN			
			2018	2020	2021	2022
QEphi1	6.4	8.4	<b>5.25</b>	<b>4.08</b>	<b>4.18</b>	<b>4.97</b>
QEphi2	6.4	8.4	<b>5.25</b>	<b>5.26</b>	7.25	7.88
QEphi3	6.4	8.4	7.86	<b>6.417</b>	6.96	8.02
QEphi4	6.4	8.4	7.89	7.343	6.8	7.88
QMpla1	6.4	8.4	6.5	6.8	6.92	7.5
QMpla2	6.4	8.4	8.41	6.923	6.85	8.37
QLeme1	6.4	8.4	6.44	6.71	7.15	7.38
RTing1	6.4	8.4	6.27	8.777	<b>4.2</b>	6.72

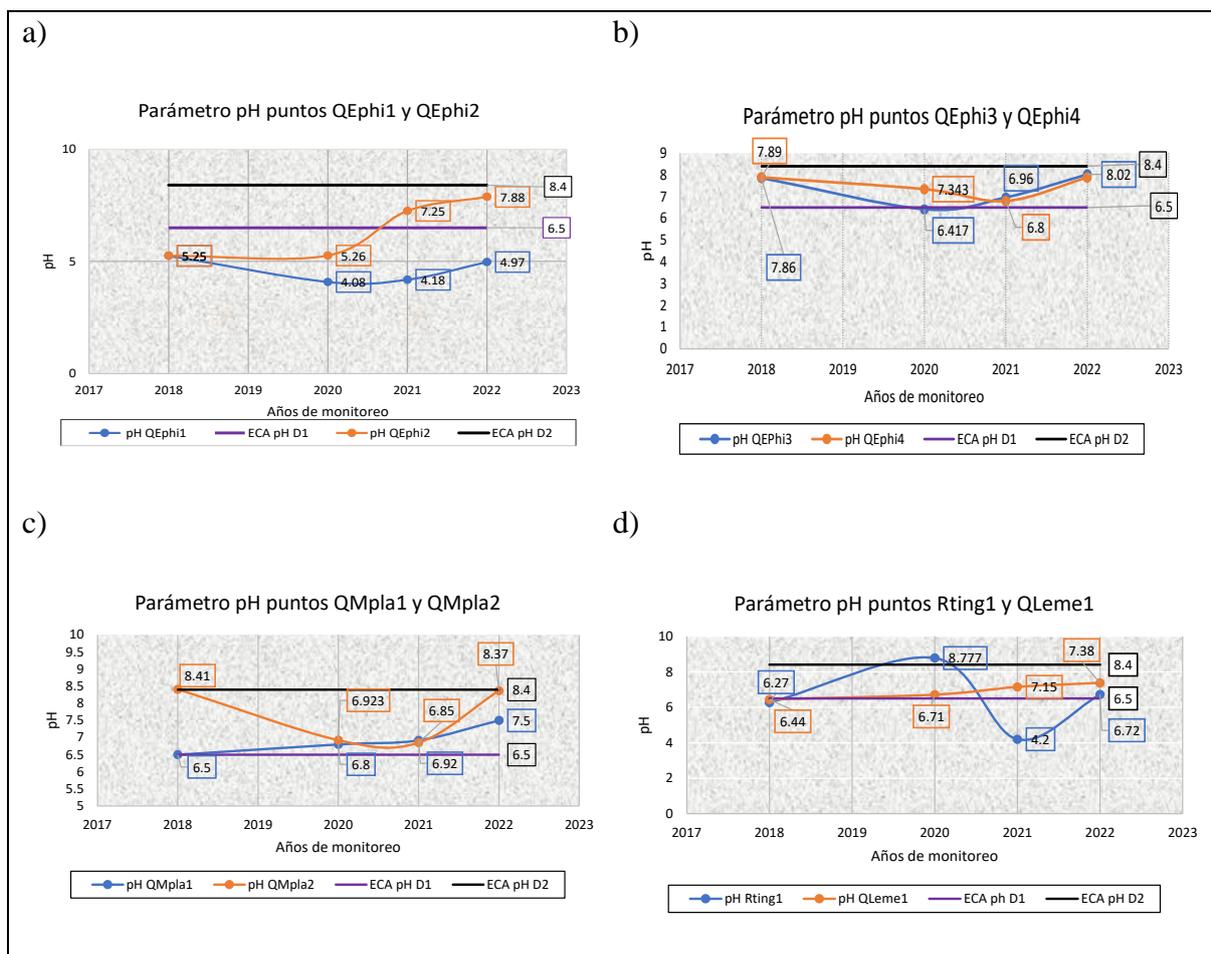
La Figura 4 representa el cambio de pH antes y después de los cuatro vertimientos mineros, en el grafico a) se puede apreciar que, el punto QEphi1 (antes del vertimiento) estuvo por debajo del rango aceptable (6.5) y el punto QEphi2 (después del vertimiento) si se encontró dentro del rango aceptable únicamente en los años 2021 y 2022. Considerando que antes del vertimiento se presentó acidez podríamos concluir que estas fuentes naturales de agua son ácidas en su estado natural.

En el gráfico b) se indica el valor del pH en ambos puntos de control antes (QEphi3) y después (QEphi4) del vertimiento para los 4 años evaluados y se encuentran dentro del rango aceptable en el ECA para agua.

En el gráfico c) el valor de pH en el punto antes (QMpla1) y después (QMpla2) del vertimiento fueron aceptables y estuvieron dentro del rango aceptable.

En el gráfico d) el valor de pH transgredió el rango establecido en el punto RTing1 en los años 2020 con un valor de 8.77 lo cual sería indicativo de presencia de calizas en la zona y 2021 con un valor de 4.2.

**Figura 4**  
Gráficos comparativos del parámetro pH, por vertimiento minero



Nota:

D1: Subcategoría del ECA categoría 3 para agua: “Riego de Vegetales”

D2: Subcategoría del ECA categoría 3 para agua: “Bebida de Animales”

## 4.2 Determinación de parámetros inorgánicos

De los siete parámetros inorgánicos evaluados Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, se puede apreciar que, para el aluminio no se presentó transgresión; el arsénico presentó transgresión en los puntos RTing1 y QLeme1 en el año 2018; el cadmio presentó transgresión en el punto de monitoreo RTing1 para todos los años evaluados; el cobre presentó transgresión en los puntos QLeme1 y RTing1; el hierro transgredió en los puntos QLeme1 y RTing1; el manganeso presentó transgresión en los puntos QEphi2, QMpla1 y QMpla2, QLeme1 y RTing1 y el zinc en los puntos QLeme1 y RTing1, para todos los años evaluados, coincidiendo con Marín y Vélez (2018), quienes manifiestan que los procesos productivos mineros generan impactos

negativos sobre los cuerpos de agua, debido principalmente al uso intensivo del mercurio, cianuro y metales como plomo (Pb), arsénico (As), plata (Ag), cobre (Cu), cadmio (Cd), hierro (Fe), mercurio (Hg) entre otros, que se encuentran asociados a las rocas extraídas y Aguirre y Huaman (2019), quienes señalan que, las concentraciones de cobre, hierro y zinc en agua para riego de vegetales de tallo alto, bajo y bebida de animales, superan a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas de ríos de categoría 3, en las aguas del río Tingo Maygasbamba, Hualgayoc, se coincidió también con Reyes (2019), que en algunas estaciones evaluadas no se cumplió los ECA para agua, categoría 3, debido a que los tratamientos implementados no son los adecuados para precipitar el manganeso y éste parámetro supera el estándar de calidad ambiental. Y para Medina y Sejuro (2023), los efluentes mineros tienen significancia de impacto ambiental en la categoría de aguas superficiales del Río San Juan Cerro de Pasco. Vásquez (2021) concluye que, la calidad del agua de la zona de estudio, presenta alteraciones relacionadas a efluentes mineros que son vertidos sin un adecuado tratamiento, lo que han generado un impacto en la calidad del agua, para ambas temporadas, respecto de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), categoría 3.

Cárdenas (2021), por el contrario menciona que, no existe impactos ambientales de Plomo, Zinc y Cobre en el agua relacionados con minería.

#### **4.2.1 *Parámetro de aluminio***

En la Tabla 8 se muestra los resultados obtenidos en los ocho puntos de control monitoreados, mostrando que, el aluminio, durante el periodo de cuatro años 2018 y 2020 al 2022, no sobrepasó el valor establecido de 5 mg/L en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, tal y como se muestra a continuación:

**Tabla 8**

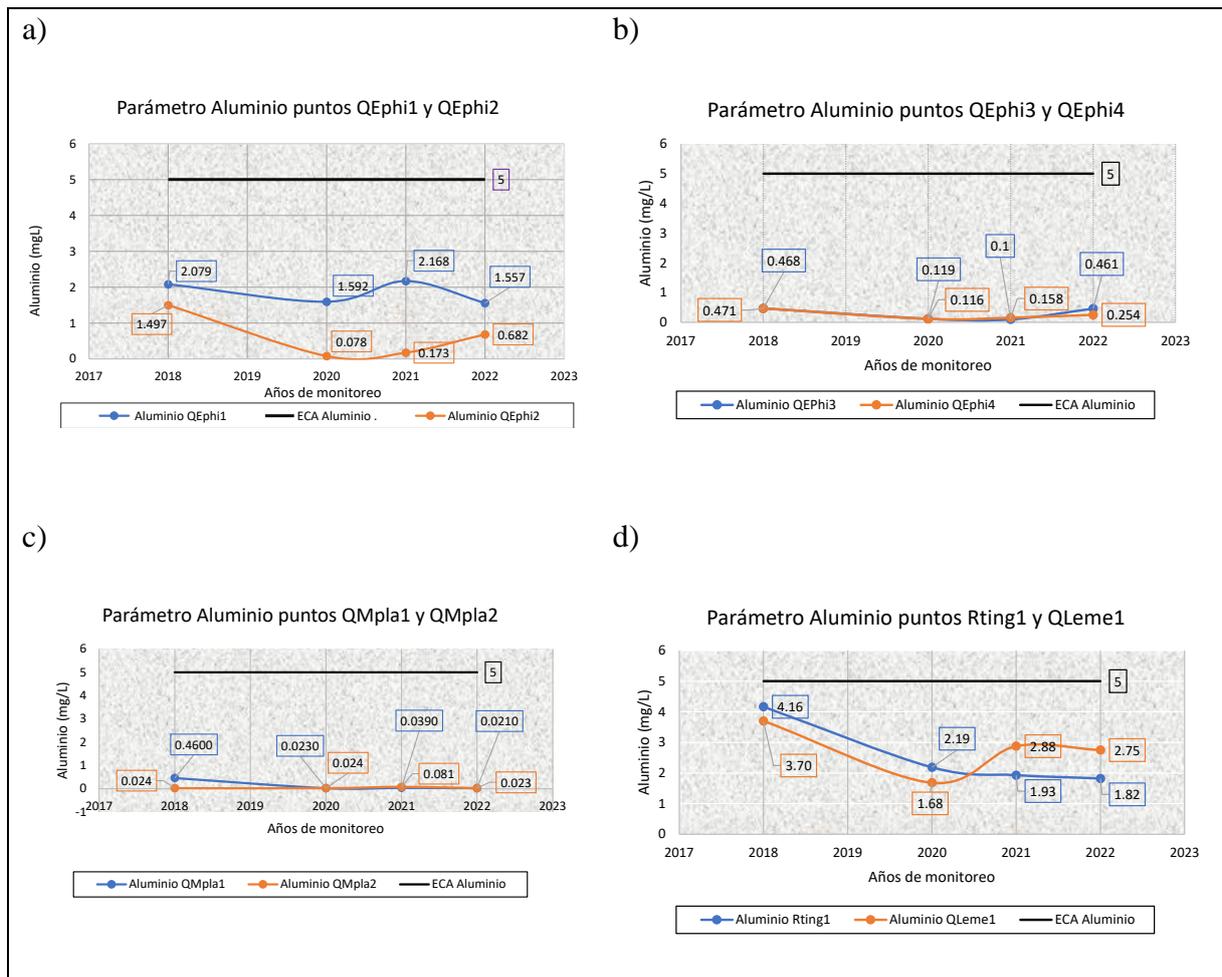
*Resultados para el parámetro de aluminio, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

PUNTOS DE MONITOREO	ECA Cat3 Aluminio	AÑOS DE EVALUACIÓN			
		2018	2020	2021	2022
QEphi1	5 mg/L	2.079	1.592	2.168	1.5570
QEphi2	5 mg/L	1.497	0.078	0.173	0.682
QEphi3	5 mg/L	0.468	0.119	0.1	0.461
QEphi4	5 mg/L	0.471	0.116	0.158	0.254
QMpla1	5 mg/L	0.46	0.02301	0.039	0.021
QMpla2	5 mg/L	0.024	0.024	0.081	0.023
QLeme1	5 mg/L	3.70	1.68	2.88	2.75
RTing1	5 mg/L	4.16	2.185	1.93	1.82

En la Figura 5 se muestra cuatro gráficos correspondientes a cada vertimiento, con la comparativa de las concentraciones de aluminio en los puntos de control antes (QEphi1, QEphi3, QMpla1, QLeme1) y después (QEphi2, QEphi4, QMpla2, RTing1) de los mismos, en el periodo de tiempo evaluado.

Identificando que, todos los puntos presentan una concentración inferior a 5 mg/L establecidos en el ECA para agua categoría3.

**Figura 5**  
Gráficos comparativos del parámetro aluminio, por vertimiento minero



#### 4.2.2 Parámetro de arsénico

El parámetro arsénico, durante el periodo 2018 y 2020 al 2022, transgredió el rango establecido de 0.1 a 0.2 mg/L en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, en el punto QMpla1 en el año 2020, en el punto QLeme1 en el año 2018 y en el punto RTing1, tal y como se muestra en los resultados mostrados en la Tabla 9:

**Tabla 9**

*Resultados para el parámetro de arsénico, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

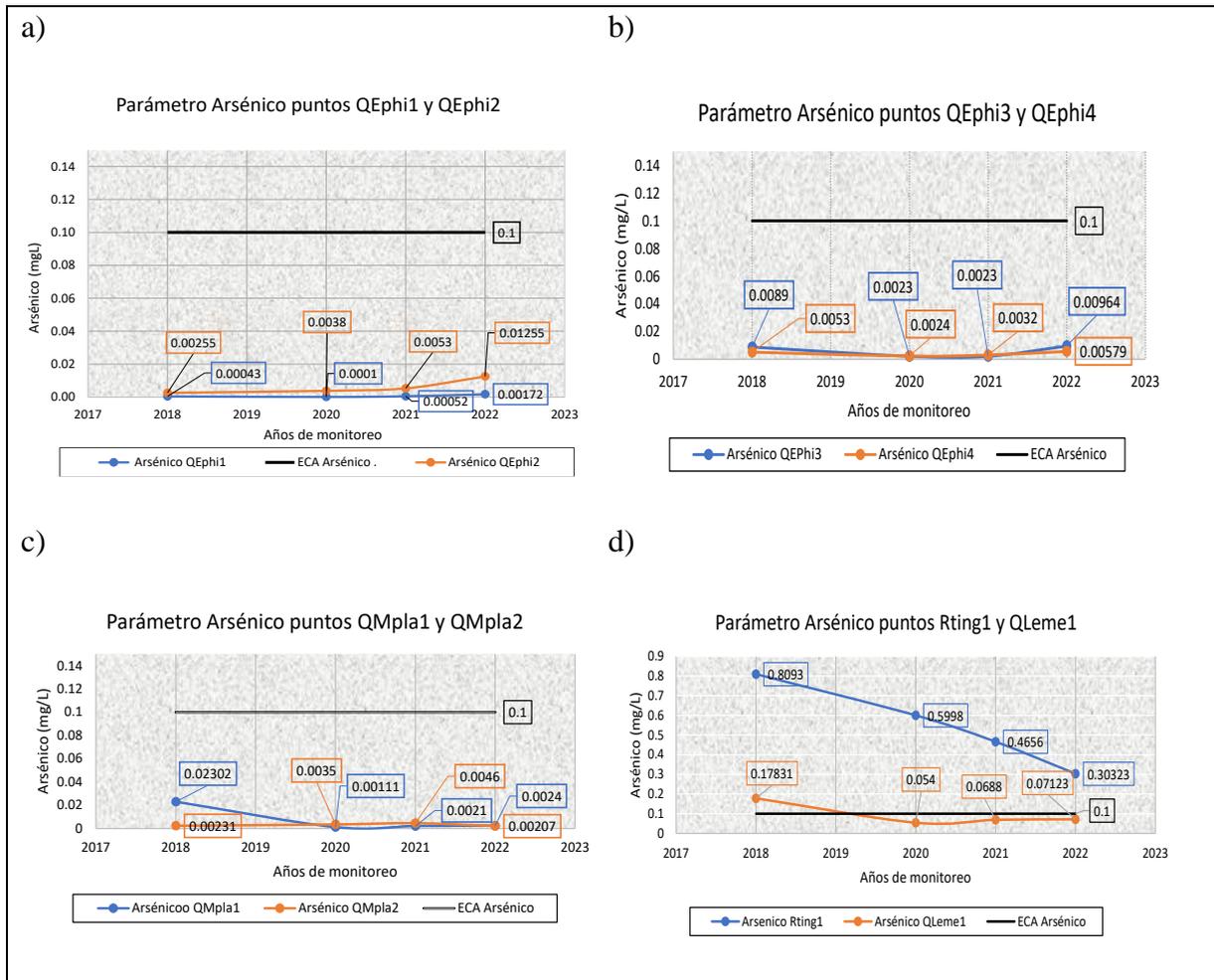
PUNTOS DE MONITOREO	ECA Cat3 Arsénico Mín	ECA Cat3 Arsénico Max	AÑOS DE EVALUACIÓN			
			2018	2020	2021	2022
QEphi1	0.1 mg/L	0.2 mg/L	0.00043	0.0001	0.00052	0.00172
QEphi2	0.1 mg/L	0.2 mg/L	0.00255	0.0038	0.0053	0.01255
QEphi3	0.1 mg/L	0.2 mg/L	0.0089	0.0023	0.0023	0.00964
QEphi4	0.1 mg/L	0.2 mg/L	0.0053	0.0024	0.0032	0.00579
QMpla1	0.1 mg/L	0.2 mg/L	0.02302	0.00111	0.0021	0.0024
QMpla2	0.1 mg/L	0.2 mg/L	0.00231	0.0035	0.0046	0.00207
QLeme1	0.1 mg/L	0.2 mg/L	<b>0.17831</b>	0.054	0.0688	0.07123
RTing1	0.1 mg/L	0.2 mg/L	<b>0.8093</b>	<b>0.5998</b>	<b>0.4656</b>	<b>0.30323</b>

En la Figura 6 se muestran cuatro gráficos, que representan la concentración de arsénico en los puntos de control antes y después de cada vertimiento.

En los gráficos a), b) y c), los resultados de arsénico en los puntos de control, resultaron por debajo del valor 0.1 mg/L a 0.2 mg/L, establecido en los ECA para agua categoría 3.

En el gráfico d) perteneciente al cuarto vertimiento minero, muestra que hubo transgresión el punto de control después del vertimiento, en todos los años, lo que podría identificarse como un punto crítico de contaminación.

**Figura 6**  
Gráficos comparativos del parámetro arsénico, por vertimiento minero



#### 4.2.3 Parámetro de Cadmio

En la Tabla 10 se muestran los resultados en los ocho puntos monitoreados, para el parámetro cadmio, durante cuatro años 2018 y 2020 al 2022, mostrando transgresión al rango establecido de 0.01 a 0.05 mg/L en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, en el punto Rting1 en los cuatro años evaluados, tal y como se muestra:

**Tabla 10***Resultados para el parámetro de cadmio, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

PUNTOS DE MONITOREO	ECA Cat3 Cadmio Mín.	ECA Cat3 Cadmio Max	AÑOS DE EVALUACIÓN			
			2018	2020	2021	2022
QEphi1	0.01 mg/L	0.05 mg/L	0.00001	0.00001	0.0001	0.00003
QEphi2	0.01 mg/L	0.05 mg/L	0.0028	0.00078	0.00072	0.00053
QEphi3	0.01 mg/L	0.05 mg/L	0.00053	0.00082	0.0001	0.00039
QEphi4	0.01 mg/L	0.05 mg/L	0.00034	0.00066	0.0001	0.00025
QMpla1	0.01 mg/L	0.05 mg/L	0.01101	0,005409	0.00219	0.0035
QMpla2	0.01 mg/L	0.05 mg/L	0.00331	0.00175	0.00097	0.0044
QLeme1	0.01 mg/L	0.05 mg/L	0.00706	0.00199	0.00351	0.00508
RTing1	0.01 mg/L	0.05 mg/L	<b>0.02816</b>	<b>0.02964</b>	<b>0.0146</b>	<b>0.01796</b>

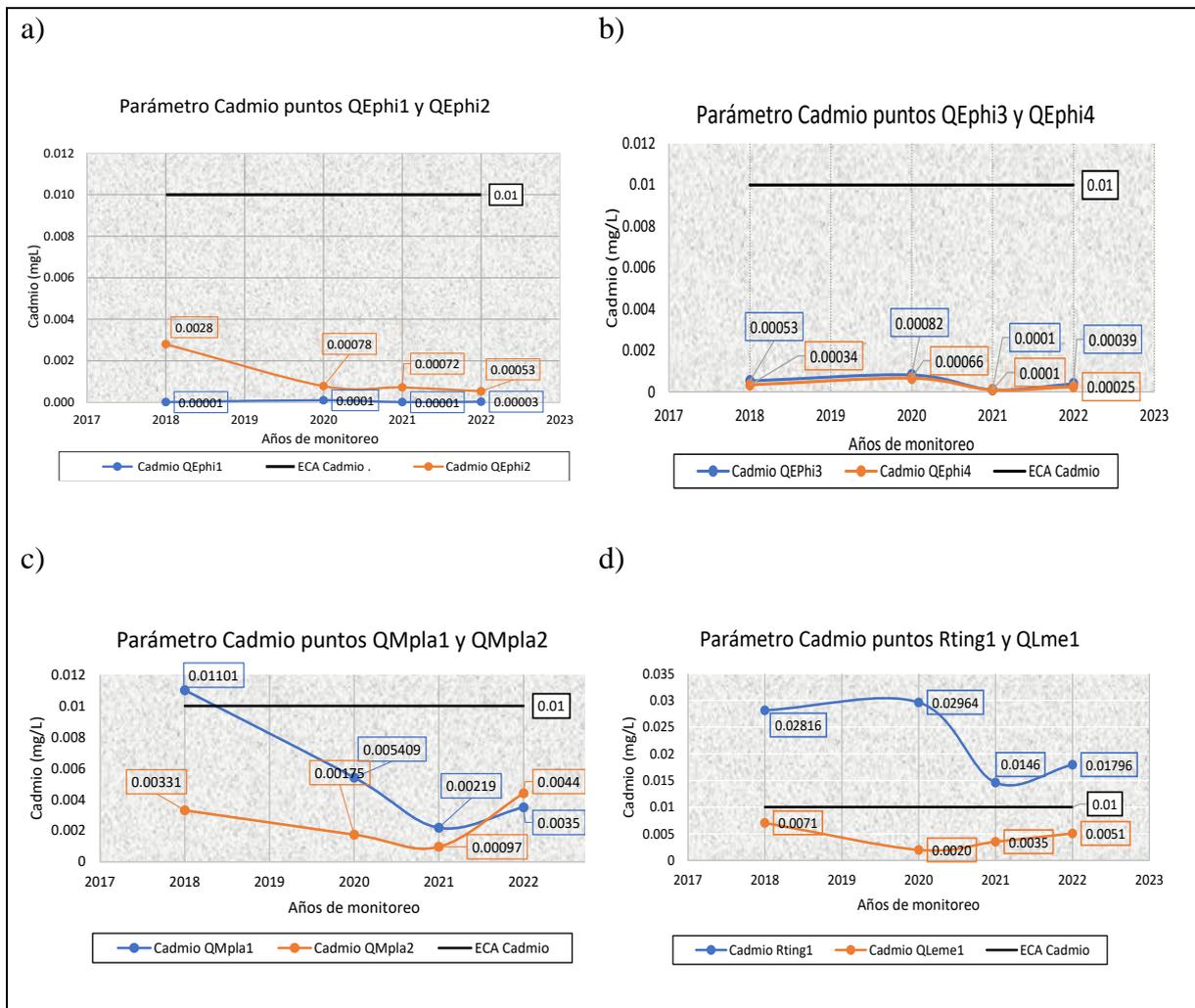
En la Figura 7 se representan cuatro gráficos, cada uno representa los puntos de control antes y después de cada vertimiento por año.

Los gráficos a) y b), mostraron que la concentración del parámetro de cadmio se encontró por debajo de lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

El gráfico c) muestra que hubo una transgresión en el año 2018 en el punto antes del vertimiento (QMpla1), sin embargo, la concentración de cadmio bajó en el punto de control después del vertimiento (QMpla2), terminando como aceptable.

Sin embargo, en el gráfico d) se puede apreciar que, hubo transgresión a los ECA para agua categoría 3 en todos los años evaluados, en el punto de control después del vertimiento (RTing1), demostrando que, el cuarto vertimiento podría ser un punto crítico de contaminación.

**Figura 7**  
*Gráficos comparativos del parámetro cadmio, por vertimiento minero*



#### 4.2.4 Parámetro de Cobre

Los resultados de los ocho puntos monitoreados, para el parámetro cobre, durante el periodo 2018 y 2020 al 2022, se muestran en la Tabla 11, misma que muestra que, transgredió el rango establecido de 0.2 a 0.5 mg/L en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, en el punto QLeme1 en los años 2020, 2021 y 2022; en el punto Rting1 en los cuatro años evaluados.

**Tabla 11**

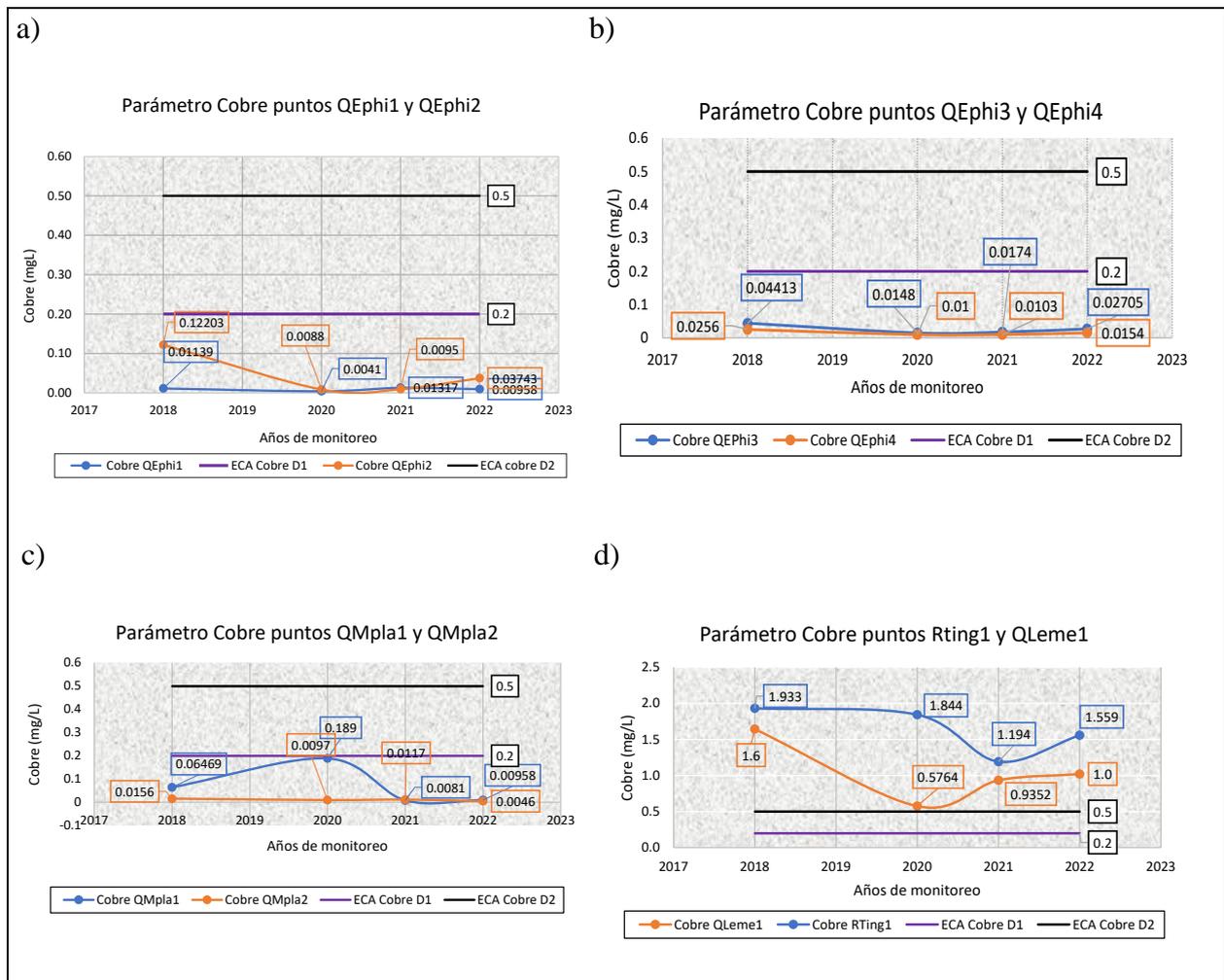
*Resultados para el parámetro de cobre, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

PUNTOS DE MONITOREO	ECA Cat3 Cobre Mín	ECA Cat3 Cobre Max	AÑOS DE EVALUACIÓN			
			2018	2020	2021	2022
QEphi1	0.2 mg/L	0.5 mg/L	0.01139	0.0041	0.01317	0.00958
QEphi2	0.2 mg/L	0.5 mg/L	0.12203	0.0088	0.0095	0.03743
QEphi3	0.2 mg/L	0.5 mg/L	0.04413	0.0148	0.0174	0.02705
QEphi4	0.2 mg/L	0.5 mg/L	0.0256	0.01	0.0103	0.0154
QMpla1	0.2 mg/L	0.5 mg/L	0.06469	0.189	0.0081	0.00958
QMpla2	0.2 mg/L	0.5 mg/L	0.0156	0.0097	0.0117	0.0046
QLeme1	0.2 mg/L	0.5 mg/L	<b>1.6</b>	<b>0.5764</b>	<b>0.9352</b>	<b>1.021</b>
RTing1	0.2 mg/L	0.5 mg/L	<b>1.933</b>	<b>1.844</b>	<b>1.194</b>	<b>1.559</b>

En la Figura 8 se representan cuatro gráficos que muestran los puntos de control antes y después de cada vertimiento minero evaluado.

En los gráficos a), b), c), se puede apreciar que, los puntos de control antes y después de cada vertimiento no sobrepasaron lo establecido para cobre en los ECA para agua, categoría 3. A diferencia del gráfico d) el cual muestra que, tanto el punto antes del vertimiento minero (QLeme1) como el punto después del vertimiento (RTing1) sobrepasaron el ECA para agua, cabe precisar que el punto de control antes del vertimiento ya presentaba transgresión, lo que podría indicar la presencia de pasivos mineros antes del vertimiento, sin embargo en el punto después del vertimiento los resultados de la concentración de cobre fueron mayores, confirmando una vez más que este último vertimiento minero genera impactos negativos al Río Tingo.

**Figura 8**  
Gráficos comparativos del parámetro cobre, por vertimiento minero



Nota:  
D1: Subcategoría del ECA categoría 3 para agua: “Riego de Vegetales”  
D2: Subcategoría del ECA categoría 3 para agua: “Bebida de Animales”

#### 4.2.5 Parámetro de Hierro

A continuación, se muestra los resultados de los puntos de control monitoreados para el parámetro hierro, durante el periodo 2018 y 2020 al 2022, transgrediendo el valor establecido de 5 mg/L en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, en el punto QLeme1 en los años 2021 y 2022, en el punto RTing1 en los cuatro años evaluados, tal y como se muestra en la Tabla 12:

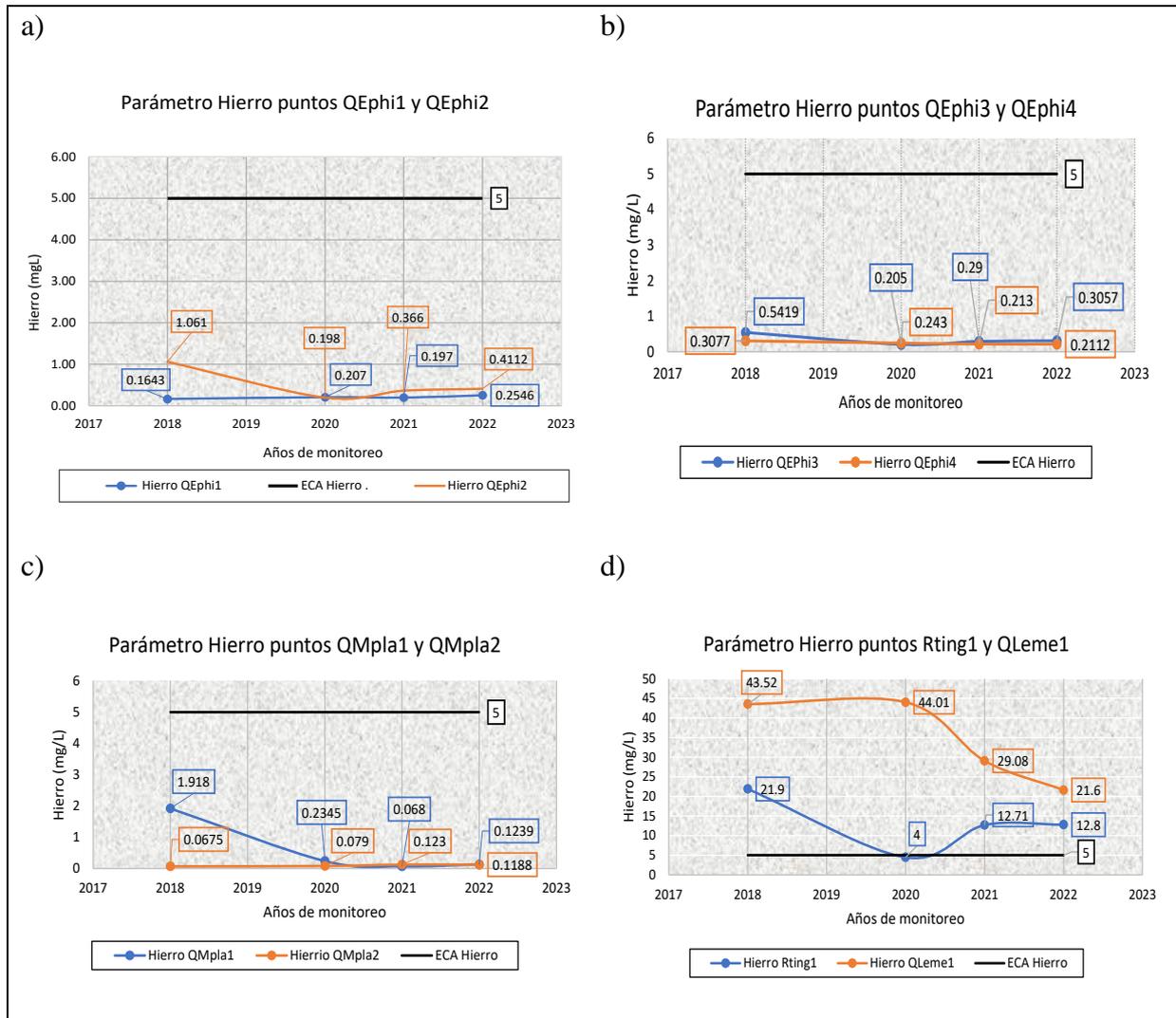
**Tabla 12***Resultados para el parámetro de hierro, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

PUNTOS DE MONITOREO	ECA Cat3 Hierro	AÑOS DE EVALUACIÓN			
		2018	2020	2021	2022
QEphi1	5 mg/L	0.207	0.197	0.1643	0.2546
QEphi2	5 mg/L	1.061	0.198	0.366	0.4112
QEphi3	5 mg/L	0.5419	0.205	0.29	0.3057
QEphi4	5 mg/L	0.3077	0.243	0.213	0.2112
QMpla1	5 mg/L	1.918	0.2345	0.068	0.1239
QMpla2	5 mg/L	0.0675	0.079	0.123	0.1188
QLeme1	5 mg/L	<b>21.9</b>	4	<b>12.71</b>	<b>12.8</b>
RTing1	5 mg/L	<b>43.52</b>	<b>44.01</b>	<b>29.08</b>	<b>21.6</b>

La Figura 9 contiene cuatro gráficos que representan el resultado del parámetro de hierro en los puntos de control para cada vertimiento.

Los gráficos a), b), c), muestran la concentración de hierro por debajo de los 5 mg/L que establecen los ECA para agua. El gráfico d) muestra que ambos puntos de control aguas arriba y aguas abajo del vertimiento minero sobrepasaron los ECA para agua, lo que indica que, antes del vertimiento el agua del Rio Tingo, ya presentaba alteración, sin embargo, el punto de control después del vertimiento mostró mayor transgresión lo que indica que el vertimiento minero es un punto crítico de contaminación.

**Figura 9**  
Gráficos comparativos del parámetro hierro, por vertimiento minero



#### 4.2.6 Parámetro de Manganeso

En Tabla 13 se muestran los resultados de la concentración de manganeso en los 8 puntos monitoreados, mostrando que, durante los años 2018 y 2020 al 2022, transgredió valor establecido de 0.2 mg/L en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, en el punto QEphi2 en el año 2018, 2020 y 2021, en el punto QMpla1 en el año 2021 y 2022, en el punto QMpla2 2018, 2020 y 2022, en el punto QLeme1 en el año 2020, 2021 y 2022 y en el punto RTing1 los 4 años evaluados, tal y como se muestra:

**Tabla 13**

*Resultados para el parámetro de manganeso, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

PUNTOS DE MONITOREO	ECA Cat3 Manganeso	AÑOS DE EVALUACIÓN			
		2018	2020	2021	2022
QEphi1	0.2 mg/L	0.00644	0.0072	0.00567	0.00641
QEphi2	0.2 mg/L	<b>0.8195</b>	<b>0.2175</b>	<b>0.205</b>	0.12632
QEphi3	0.2 mg/L	0.18668	0,1842	0.0802	0.11783
QEphi4	0.2 mg/L	0.12195	0.1762	0.0742	0.09592
QMpla1	0.2 mg/L	2.538	0.509	<b>0.2265</b>	<b>0.74539</b>
QMpla2	0.2 mg/L	<b>0.9855</b>	<b>0.4363</b>	0.1195	<b>0.69847</b>
QLeme1	0.2 mg/L	<b>2.5</b>	<b>2.17</b>	<b>2.885</b>	<b>2.585</b>
RTing1	0.2 mg/L	<b>6.79</b>	<b>10.74</b>	<b>7.06</b>	<b>4.07</b>

Así mismo en la Figura 10 se muestran cuatro gráficos con las concentraciones de manganeso para los cuatro vertimientos mineros evaluados, en los puntos de control aguas arriba y aguas abajo.

En el gráfico a) muestra que el punto de control QEphi2 (después del vertimiento), presenta alteración sobrepasando el ECA para agua de 0.2 mg/L en los años 2018, 2020 y 2021.

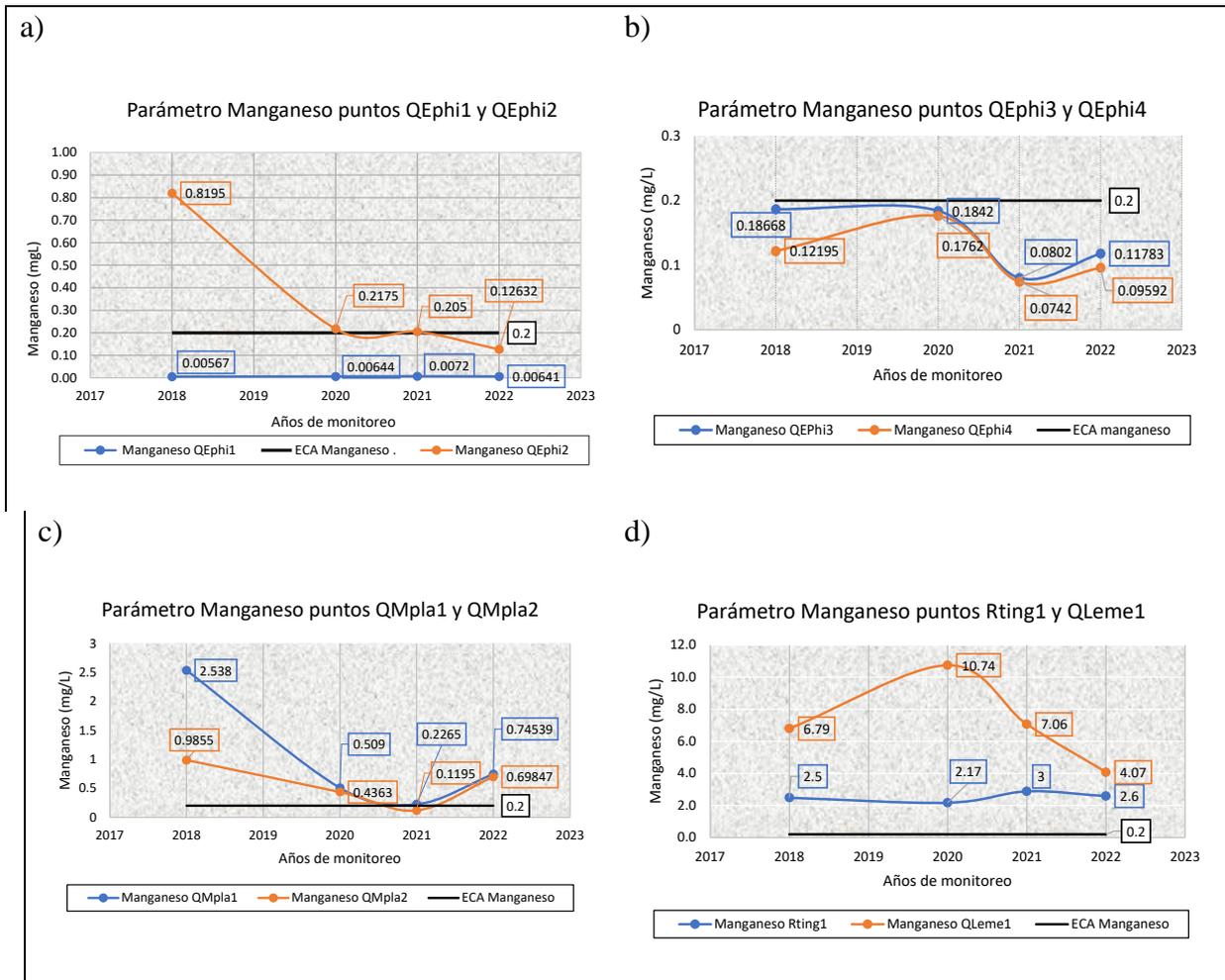
En el gráfico b) no se visualiza transgresión de manganeso, presentando sus concentraciones por debajo del ECA.

En el gráfico c), se muestra que en todos los años se transgredió los ECA para agua, para el parámetro de manganeso, a diferencia en el año 2021 en el punto QMpla2 (después del vertimiento).

En el gráfico d) se representa una transgresión para el parámetro de manganeso en ambos puntos de control, antes y después del vertimiento.

**Figura 10**

Gráficos comparativos del parámetro manganeso, por vertimiento minero



#### 4.2.7 Parámetro de Zinc

Los resultados de los ocho puntos monitoreados, para el parámetro de Zinc, durante el periodo de cuatro años 2018, 2020, 2021, 2022, mismo que, se transgredió el rango establecido de 2 a 24 mg/L en los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, en el único punto Rting1 en los 4 años evaluados, tal y como se muestra en la Tabla 14:

**Tabla 14***Resultados para el parámetro de zinc, evaluados durante el periodo 2018 y 2020 al 2022*

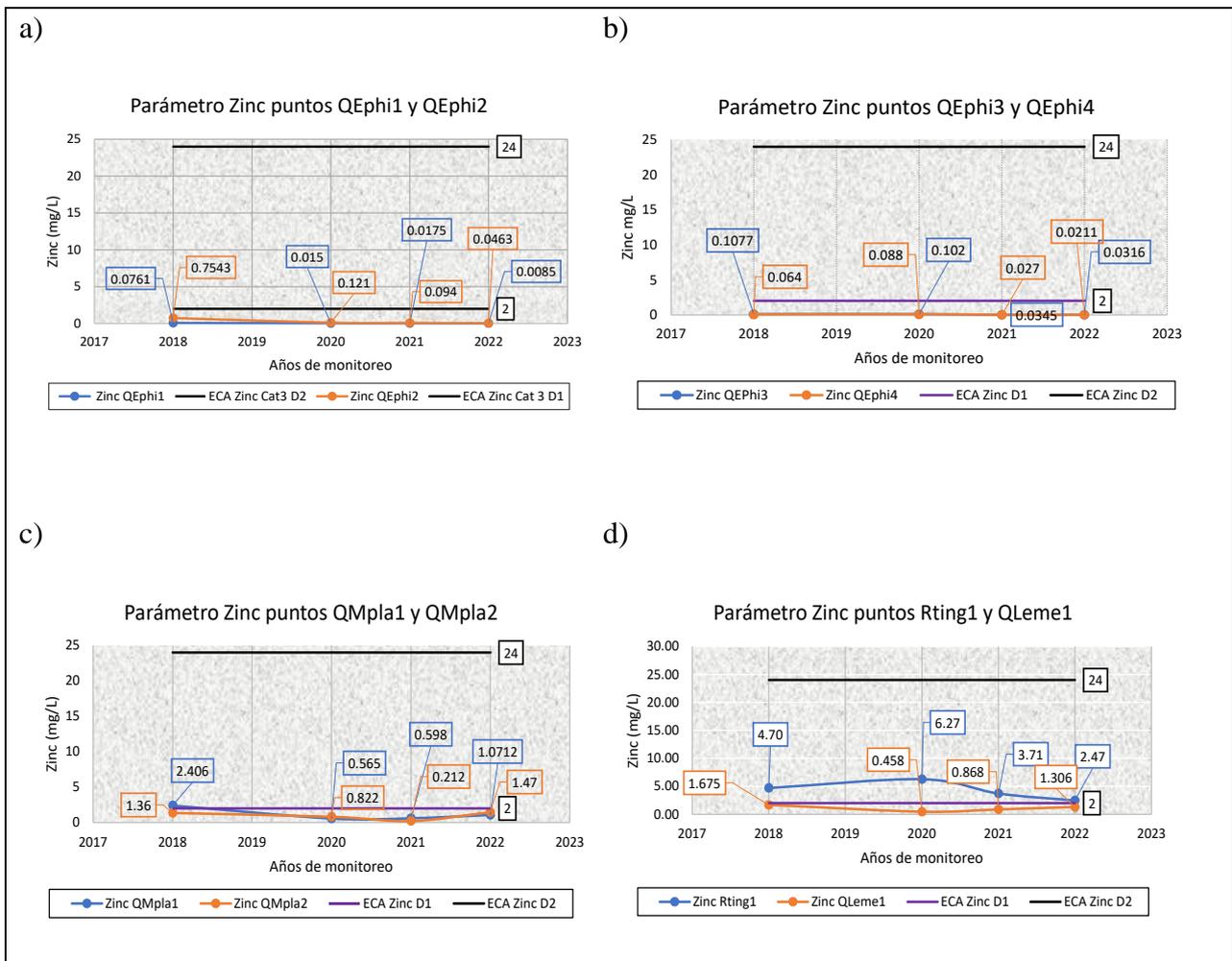
PUNTOS DE MONITOREO	ECA Zinc	Cat3 Mín	ECA Zinc	Cat3 Max	AÑOS DE EVALUACIÓN			
					2018	2020	2021	2022
QEphi1	2 mg/L		24 mg/L		0.0761	0.015	0.0175	0.0085
QEphi2	2 mg/L		24 mg/L		0.7543	0.121	0.094	0.0463
QEphi3	2 mg/L		24 mg/L		0.1077	0.102	0.0345	0.0316
QEphi4	2 mg/L		24 mg/L		0.064	0.088	0.027	0.0211
QMpla1	2 mg/L		24 mg/L		2.406	0.565	0.598	1.0712
QMpla2	2 mg/L		24 mg/L		1.36	0.822	0.212	1.47
QLeme1	2 mg/L		24 mg/L		1.675	0.458	0.868	1.31
RTing1	2 mg/L		24 mg/L		<b>4.70</b>	<b>6.27</b>	<b>3.71</b>	<b>2.47</b>

Los cuatro gráficos que representa la Figura 11 muestran las concentraciones de Zinc en puntos de control antes y después de cada vertimiento.

En los gráficos a), b), c) y d) se muestra que, la concentración del Zinc no sobrepaso el Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, en su rango de 2 mg/L para el tipo de agua D1, bebida de animales a 24 mg/L del tipo D2, riego de vegetales, lo que podría indicar que no existió influencia minera o impacto en este parámetro.

**Figura 11**

*Gráficos comparativos del parámetro zinc, por vertimiento minero*



Nota:

D1: Subcategoría del ECA categoría 3 para agua: “Riego de Vegetales”

D2: Subcategoría del ECA categoría 3 para agua: “Bebida de Animales”

### **4.3 Regresión de parámetros mediante prueba T**

Se evaluó los cuatro vertimientos mineros de las empresas mineras Goldfields La Cima S.A., compañía minera Coimolache S.A., y minera Corona S.A., para lo cual se hizo uso del software STATGRAPHICS mediante la prueba T concluyendo que:

En el vertimiento 1 correspondiente a la compañía minera Coimolache S.A., el parámetro pH transgredió los ECA para agua, encontrando acidez en la Quebrada puente la Hierba, sin embargo, en el punto después del vertimiento la acidez disminuyó aumentando el pH logrando cumplir con los ECA para agua, categoría 3. Se identificó transgresión también en el parámetro de manganeso, verificando que para los años 2018, 2020 y 2021 se presentó aumento en la concentración de este parámetro logrando sobrepasar los ECA establecidos, lo que podría indicar que en el caso de estos dos parámetros el vertimiento 1 estaría teniendo influencia, en el parámetro pH de forma positiva y en el de manganeso negativa, coincidiendo con Reyes (2019) quien concluyó que, de las 8 estaciones evaluadas 5 tuvieron transgresión a los ECA Cat.3 y 03 no tuvieron transgresión alguna, así como Ramos (2022), quien menciona que, descartó la presencia en concentraciones alarmantes de algunos metales analizados en laboratorio con valores por debajo de los rangos permitidos en la normatividad peruana, como son, pH, cianuro wad, cromo, cadmio, cobre, plomo y zinc.

En el vertimiento 2 correspondió a la empresa minera Gold Fields S.A. no se identificó transgresión a los parámetros evaluados en el punto de monitoreo ubicado después del vertimiento en la Quebrada El Puente La Hierba. difiriendo de Garay y Núñez (2020), quien concluye que de las muestras evaluadas, una de ellas mostró mayor concentración de metales que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles, lo cual testifica que el agua está contaminada por el vertimiento de la actividad de la minera Gold Fields la cima hacía de las aguas del río Tingo - Maygasbamba, Hualgayoc, cabe precisar que Quebrada puente la hierba es aportante del río Tingo.

En el vertimiento 3 correspondiente también a la empresa minera Gold Fields S.A. se presentó transgresión en el parámetro de hierro, en los dos puntos de monitoreo antes y después del vertimiento, así como también el parámetro de manganeso, sin embargo, hay que precisar que, en ambos parámetros si bien la transgresión persistió las concentraciones de estos metales disminuyeron en el punto de control después del vertimiento en la Quebrada Mesa de Plata, lo que podría indicar que, el vertimiento no tendría influencia en esta transgresión debido a que la fuente ya presentaba transgresión antes del vertimiento, por posibles pasivos ambientales cercanos, teniendo relación con lo que expresa Reyes (2019), quien menciona que, 8 estaciones de influencia minera monitoreadas, 03 de ellas no cumplen con los ECA para agua.

En el vertimiento 4 que perteneció a la sociedad minera Corona S.A. fue el punto donde más se evidenció un impacto negativo tanto antes del vertimiento en la Quebrada La Eme como después de él en el Río Tingo, se presenciaron transgresiones a los ECA en el parámetro de cadmio identificando alteración después del vertimiento, así como los parámetros de arsénico, cobre, hierro, manganeso, zinc, donde se evidenció transgresión a los ECA antes y después del vertimiento, sin embargo en el punto de monitoreo después del vertimiento la concentración de metales mencionados aumentó, lo que podría indicar impacto del vertimiento minero, sin embargo también se precisa que antes del vertimiento se encuentra el pasivo ambiental San Nicolás, lo que podría tener influencia en estos resultados, concordando con Aguirre y Huaman (2019), quienes concluyeron que, el drenaje ácido de mina del pasivo ambiental San Nicolás generó un impacto negativo en las aguas del río Tingo Maygasbamba, obteniendo resultados de arsénico, cobre, hierro, plomo, zinc, pH, conductividad y temperatura del drenaje ácido de mina que superan los LMP.

### 4.3.1 Vertimiento minero 1

La Tabla 15, contiene los resultados del punto de control antes del vertimiento minero perteneciente a la compañía minera Coimolache S.A. (QEphi1) y después del mismo (QEphi2), muestra que, los parámetros no transgredieron lo establecido en los ECA para agua cat.3, a diferencia del pH, que presentó valores inferiores y el manganeso que presentó valores superiores a lo establecido.

**Tabla 15**  
*Resultados de parámetros físicos e inorgánicos en el vertimiento minero 1*

VERTIMIENTO MINERO 1										
Vertimiento minero 1 perteneciente a minera Coimolache S.A.										
Parámetros evaluados	Punto de control: QEphi1						Punto de control: QEphi2			
	ECA para agua Categoría 3 (mg/L)		Quebrada El Puente de la Hierba, aguas arriba de las operaciones de CIA minera Coimolache				Quebrada El Puente de la Hierba, aguas abajo de las operaciones de compañía Minera Coimolache			
	Cat.3-D1	Cat.3-D2	Años de evaluación				Años de evaluación			
			2018	2020	2021	2022	2018	2020	2021	2022
DBO <sub>5</sub>	<=15	<=15	1.9	1.9	1.9	2.5	2	2	2	2.6
DQO	<=40	<=40	1.9	1.9	7	4.4	2	5	7	20.4
pH	6.5 – 8.3	6.5 – 8.4	<b>5.25</b>	<b>4.08</b>	<b>4.18</b>	<b>4.97</b>	<b>5.25</b>	<b>5.26</b>	7.25	7.88
Aluminio	<=5	<=5	2.079	1.592	2.168	1.557	1.497	0.078	0.173	0.682
Arsénico	<=0,1	<=0,2	0.00043	0.0001	0.00052	0.00172	0.00255	0.0038	0.0053	0.01255
Cadmio	<=0,01	<=0,05	0.00001	0.0001	0.00001	0.00003	0.0028	0.00078	0.00072	0.00053
Cobre	<=0,2	<=0,5	0.01139	0.0041	0.01317	0.00958	0.12203	0.0088	0.0095	0.03743
Hierro	<=5	----	0.207	0.197	0.1643	0.2546	1.061	0.198	0.366	0.4112
Manganeso	<=0,2	<=0,2	0.00644	0.0072	0.00567	0.00641	<b>0.8195</b>	<b>0.2175</b>	<b>0.205</b>	0.12632
Zinc	<=2	<=24	0.0761	0.015	0.0175	0.0085	0.7543	0.121	0.094	0.0463

#### **4.3.1.1 Análisis de la prueba T para el primer vertimiento:**

##### **Hipótesis planteadas:**

H1: El vertimiento minero 1 afecta de forma negativa la calidad del agua de la quebrada El Puente La Hierba en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn), durante el periodo 2018 y 2020 al 2022.

Ho: El vertimiento minero 1 no afecta en la calidad de la quebrada El Puente La Hierba en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn), durante el periodo 2018 y 2020 al 2022.

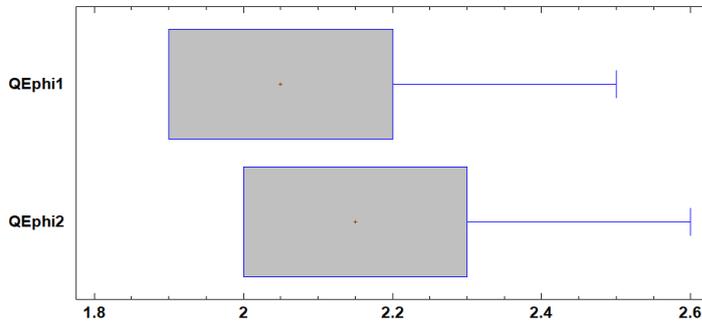
De acuerdo a la prueba T analizada, se puede concluir que, “Se acepta la hipótesis nula”, en todos los parámetros evaluados es decir que, el vertimiento minero 1 no afectó en la calidad del agua de la quebrada El Puente La Hierba en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn), durante los años 2018 y 2020 al 2022, a excepción del parámetro de pH, donde se rechazó la hipótesis nula.

Así mismo se precisa que, al revisar la data de pH, se pudo identificar que este parámetro en el punto de control antes del vertimiento presentó acidez, y en el punto de control después del vertimiento alcalinidad, generando un cambio no necesariamente negativo, debido a que, al aumentar el pH, se estaría cumpliendo con el Estándar de Calidad Ambiental para agua Cat.3.

Tal y como se muestra en los gráficos y análisis mostrados a continuación:

**Figura 12**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DBO<sub>5</sub>, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado*

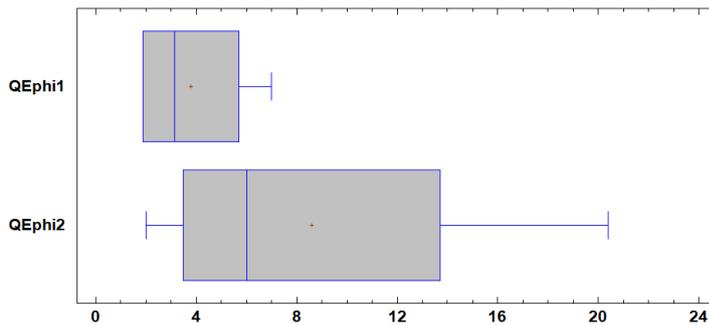


Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$  Hipótesis  
Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$   
suponiendo varianzas iguales:  $t = -0.471405$  valor-P = 0.654005  
No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 13**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DQO, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado*

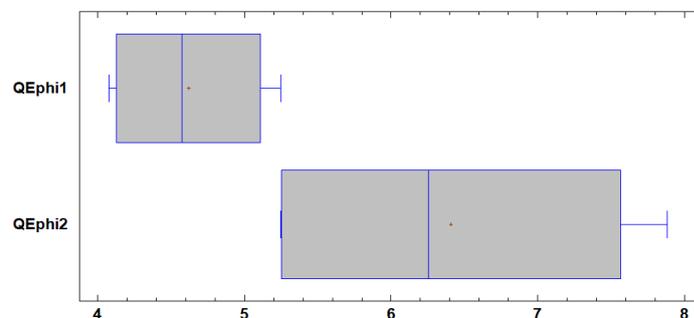


Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$   
Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$   
suponiendo varianzas iguales:  $t = -1.131$  valor-P = 0.301225  
No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 14**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro pH, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado*

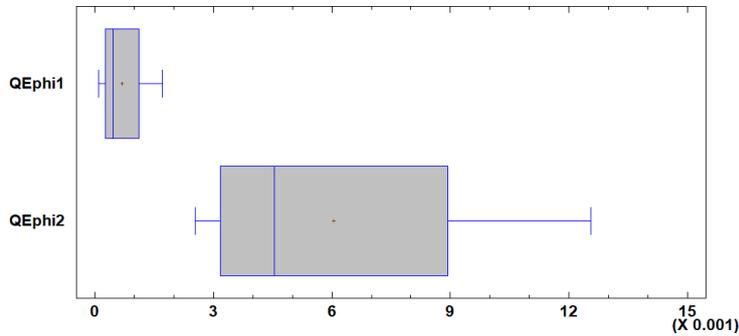


Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$   
Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$   
suponiendo varianzas iguales:  $t = 3.43025$  valor-P = 0.0139669  
**Se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .**

**Figura 15**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro arsénico, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias

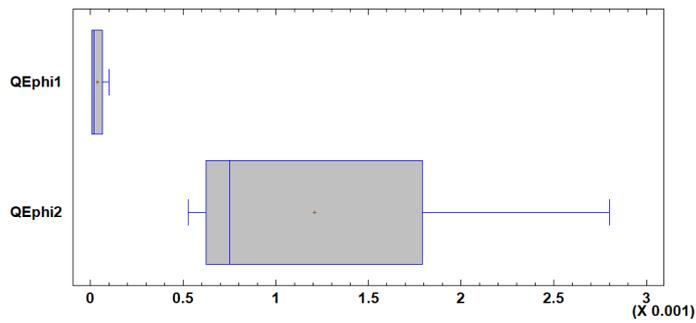
Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$  suponiendo varianzas iguales:  $t = -2.36404$  valor-P = 0.0559743

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 16**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cadmio, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias

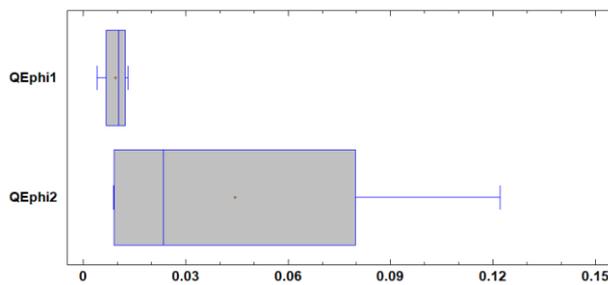
Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$  suponiendo varianzas iguales:  $t = -2.19131$  valor-P = 0.0709469

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 17**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cobre, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias

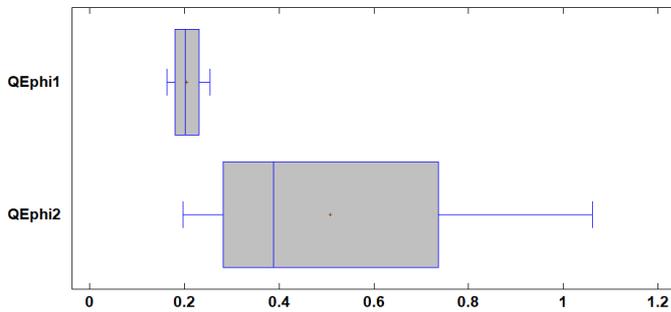
Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$  suponiendo varianzas iguales:  $t = -1.30242$  valor-P = 0.240528

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$

**Figura 18**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro hierro, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

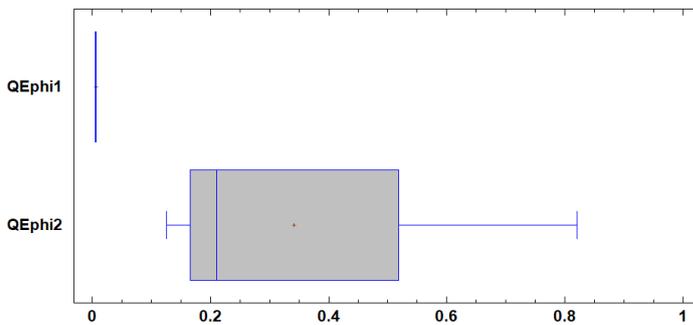
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = -1.592$  valor-P = 0.16249

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 19**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro manganeso, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

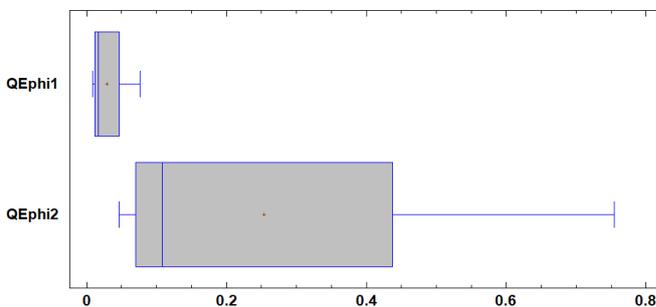
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = -2.09239$  valor-P = 0.0813291

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 20**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro zinc, en sus puntos de control, para el primer vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.:  $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = -1.33507$  valor-P = 0.230274

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

### 4.3.2 Vertimiento minero 2

En la Tabla 16, se muestran los resultados de los puntos de control establecidos antes del vertimiento minero de la empresa minera Gold Fields S.A. (QEphi3) y después del mismo (QEphi4), según la comparativa de resultados con los Estándares de Calidad Ambiental, los parámetros no transgredieron lo establecido en el reglamento, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 16**  
*Resultados de parámetros físicos e inorgánicos en el vertimiento minero 2*

VERTIMIENTO MINERO 2										
Vertimiento minero de la empresa minera Gold Fields S.A										
Parámetros evaluados	ECA para agua Categoría 3 (mg/L)		Punto de control: QEphi3				Punto de control: QEphi4			
			Quebrada El Puente de la Hierba, aguas arriba de los vertimientos mineros frente al depósito de relave de la compañía Minera Gold Field				Quebrada El Puente de la Hierba, aguas abajo de los vertimientos de Minera Gold Field, a la altura del puente Carretera Sector las Águilas			
	Cat.3-D1	Cat.3-D2	Años de evaluación				Años de evaluación			
			2018	2020	2021	2022	2018	2020	2021	2022
DBO <sub>5</sub>	<=15	<=15	8	2	2	2.6	2	2	2	2.6
DQO	<=40	<=40	9	2	8	20.4	2	3	4	17.9
pH	6.5 – 8.3	6.5 – 8.4	7.86	<b>6.417</b>	6.96	8.02	7.89	7.343	6.8	7.88
Aluminio	<=5	<=5	0.468	0.119	0.1	0.461	0.471	0.116	0.158	0.254
Arsénico	<=0,1	<=0,2	0.0089	0.0023	0.0023	0.00964	0.0053	0.0024	0.0032	0.00579
Cadmio	<=0,01	<=0,05	0.00053	0.00082	0.0001	0.00039	0.00034	0.00066	0.0001	0.00025
Cobre	<=0,2	<=0,5	0.04413	0.0148	0.0174	0.02705	0.0256	0.01	0.0103	0.0154
Hierro	<=5	----	0.5419	0.205	0.29	0.3057	0.3077	0.243	0.213	0.2112
Manganeso	<=0,2	<=0,2	0.18668	0.1842	0.0802	0.11783	0.12195	0.1762	0.0742	0.09592
Zinc	<=2	<=24	0.1077	0.102	0.0345	0.0316	0.064	0.088	0.027	0.0211

#### 4.3.2.1 Análisis de la prueba T para el segundo vertimiento minero:

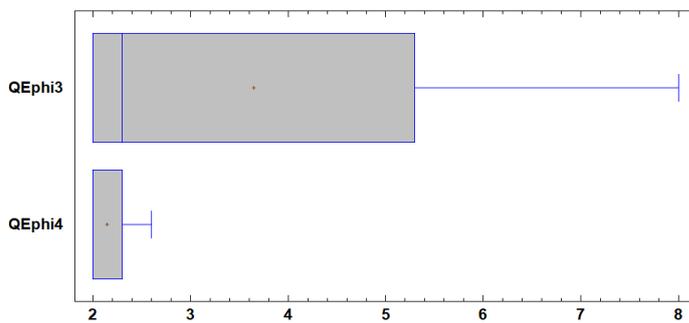
##### Hipótesis planteadas:

H1: El vertimiento minero 2 afecta de forma negativa la calidad del agua de la quebrada El Puente La Hierba en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu,Fe,Mn,Zn), durante el periodo 2018 y 2020 al 2022.

Ho: El vertimiento minero 2 no afecta en la calidad del agua de la quebrada El Puente La Hierba en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu,Fe,Mn,Zn), durante el periodo 2018 y 2020 al 2022.

De acuerdo a la prueba T analizada, se puede concluir que, “Se acepta la hipótesis nula”, en todos los parámetros evaluados es decir que, el vertimiento minero 2, perteneciente a la empresa minera Gold Fields S.A., no afectó en la calidad del agua de la quebrada El Puente La Hierba en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu,Fe,Mn,Zn), durante los años 2018 y 2020 al 2022. Tal como se muestra a continuación:

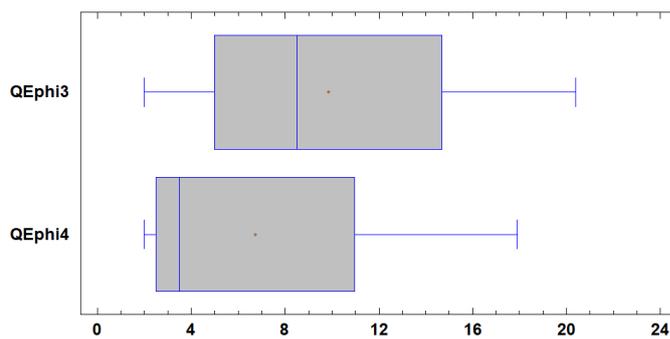
**Figura 21**  
*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DBO<sub>5</sub>, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias  
 Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$   
 suponiendo varianzas iguales:  $t = 1.02418$  valor-  
 $P = 0.345255$  No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 22**  
*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DQO, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado*



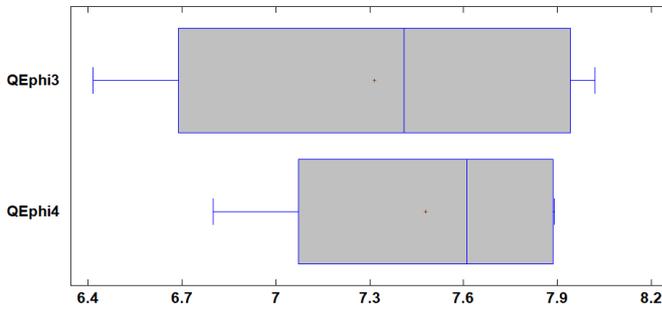
Prueba t para comparar medias  
 Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$   
 suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.582328$  valor-  
 $P = 0.581552$

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 23**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro pH, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado



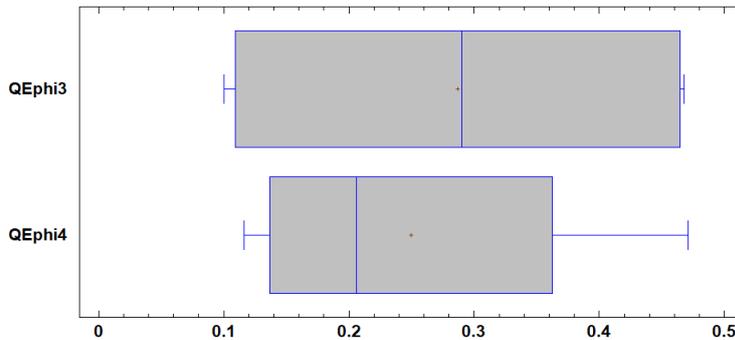
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$  suponiendo varianzas iguales:  $t = -0.356765$  valor-P = 0.733479 No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 24**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro aluminio, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado



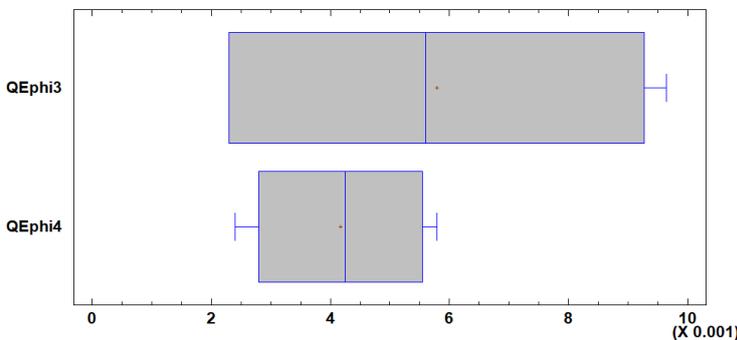
Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$  suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.287456$  valor-P = 0.783433 No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0$

**Figura 25**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro arsénico, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias

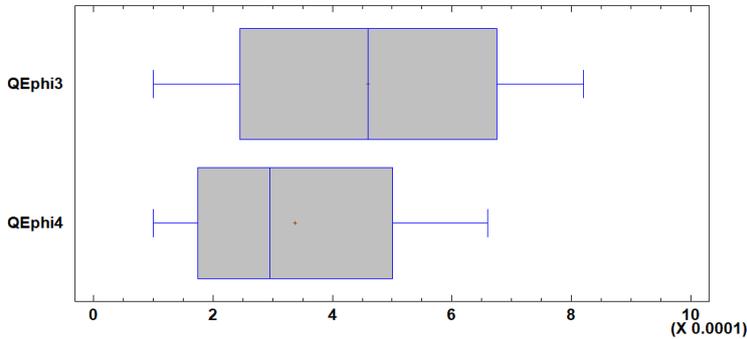
Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$  suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.740973$  valor-P = 0.486686

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 26**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cadmio, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

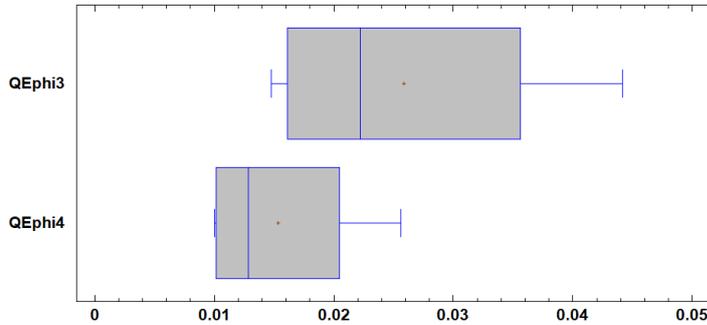
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.641872$  valor-  
 $P = 0.544683$

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 27**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cobre, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

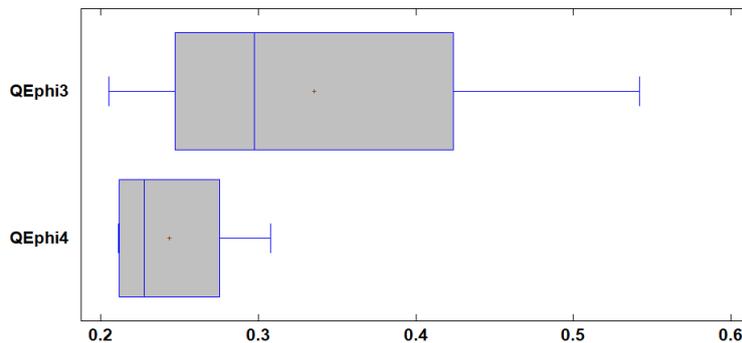
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 1.38906$  valor-  
 $P = 0.214177$

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 28**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro hierro, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

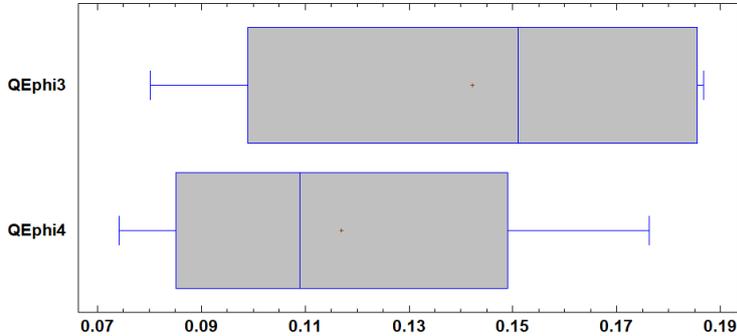
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 1.21505$  valor-  
 $P = 0.269987$

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 29**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro manganeso, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

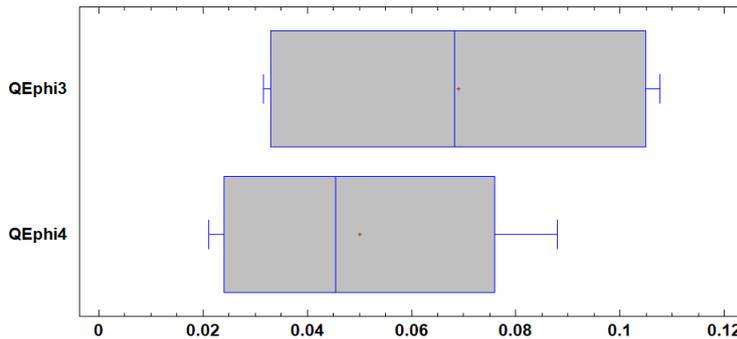
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} <> \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.736986$  valor-  
 $P = 0.488936$

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 30**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro zinc, en sus puntos de control, para el segundo vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.:  $\text{media1} <> \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.724857$  valor-  
 $P = 0.495823$

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

### 4.3.3 Vertimiento minero 3

A continuación, se muestran los resultados de los puntos de control antes y después del vertimiento minero perteneciente a la empresa minera Gold Fields La Cima S.A., según la comparativa de resultados con los Estándares de Calidad Ambiental, los parámetros no transgredieron lo establecido en el reglamento, a diferencia del hierro y manganeso que se identificó transgresión en el punto de control antes del vertimiento minero, tal como se muestra en la Tabla 17, resaltado con negrita:

**Tabla 17***Resultados de parámetros físicos e inorgánicos en el vertimiento minero 3*

<b>VERTIMIENTO MINERO 3</b>										
Vertimiento minero perteneciente a empresa minera Goldfields La Cima S.A.										
<b>Parámetros evaluados</b>	ECA para agua Categoría 3 (mg/L)		<b>Punto: QMpla1</b>				<b>Punto: QMpla2</b>			
			Quebrada Mesa de Plata, aguas arriba de los vertimientos de la compañía Minera Gold Fields				Quebrada Mesa de plata, aguas abajo de los vertimientos de la compañía Minera Gold Fields			
			<b>Años de evaluación</b>				<b>Años de evaluación</b>			
	<b>Cat.3-D1</b>	<b>Cat.3-D2</b>	<b>2018</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2018</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
DBO <sub>5</sub>	<=15	<=15	2	2	2	2.6	2	3	3	2.6
DQO	<=40	<=40	8	8	8	10.9	11	5	10	9.9
pH	6.5 – 8.3	6.5 – 8.4	6.5	6.8	6.92	7.5	8.41	6.923	6.85	8.37
Aluminio	<=5	<=5	0.46	0.02301	0.039	0.021	0.024	0.024	0.081	0.023
Arsénico	<=0,1	<=0,2	0.02302	0.00111	0.0021	0.0024	0.00231	0.0035	0.0046	0.00207
Cadmio	<=0,01	<=0,05	0.01101	0.00541	0.00219	0.0035	0.00331	0.00175	0.00097	0.0044
Cobre	<=0,2	<=0,5	0.06469	0.189	0.0081	0.00958	0.0156	0.0097	0.0117	0.0046
Hierro	<=5	----	1.918	<b>0.2345</b>	0.068	0.1239	0.0675	0.079	0.123	0.1188
Manganeso	<=0,2	<=0,2	<b>2.538</b>	<b>0.509</b>	<b>0.2265</b>	<b>0.74539</b>	<b>0.9855</b>	<b>0.4363</b>	0.1195	<b>0.69847</b>
Zinc	<=2	<=24	2.406	0.565	0.598	1.0712	1.36	0.822	0.212	1.47

**4.3.3.1 Análisis de la prueba T para el tercer vertimiento minero:****Hipótesis planteadas:**

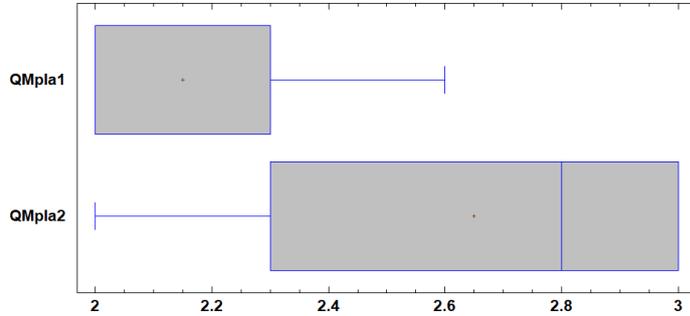
H1: El vertimiento minero 3 afecta de forma negativa la calidad del agua de la quebrada Mesa de Plata, en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu,Fe,Mn,Zn), durante el periodo 2018 y 2020 al 2022.

Ho: El vertimiento minero 3 no afecta en la calidad del agua de la quebrada Mesa de Plata, en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu,Fe,Mn,Zn), durante el periodo 2018 y 2020 al 2022.

De acuerdo a la prueba T analizada, se puede concluir que, “Se acepta la hipótesis nula”, en todos los parámetros evaluados es decir que, el vertimiento minero 3, perteneciente a la compañía minera Coimolache S.A., no afectó en la calidad del agua de la quebrada El Puente La Hierba en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu,Fe,Mn,Zn), durante durante los años 2018 y 2020 al 2022. Tal como se muestra a continuación:

**Figura 31**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DBO<sub>5</sub>, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.:  $\text{media1} \neq \text{media2}$

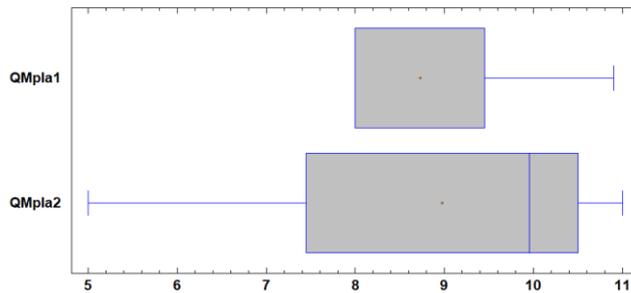
suponiendo varianzas iguales:  $t = -1.78647$  valor-P = 0.124258

No se rechaza la hipótesis nula para

alfa = 0.05.

**Figura 32**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DQO, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.:  $\text{media1} \neq \text{media2}$

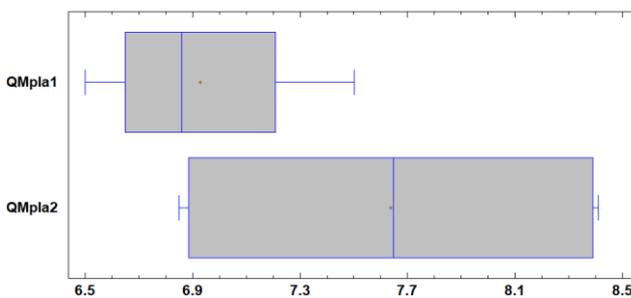
suponiendo varianzas iguales:  $t = -0.163328$  valor-P = 0.875622

No se rechaza la hipótesis nula para

alfa = 0.05.

**Figura 33**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro pH, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.:  $\text{media1} \neq \text{media2}$

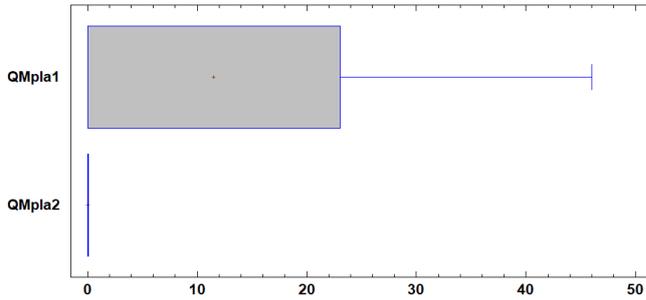
suponiendo varianzas iguales:  $t = -1.46864$  valor-P = 0.192315

No se rechaza la hipótesis nula para

alfa = 0.05.

**Figura 34**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro aluminio, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

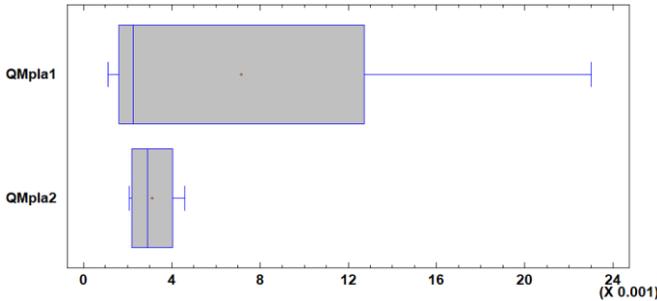
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} \neq \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.9991$  valor-P = 0.356319

No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

**Figura 35**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro arsénico, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

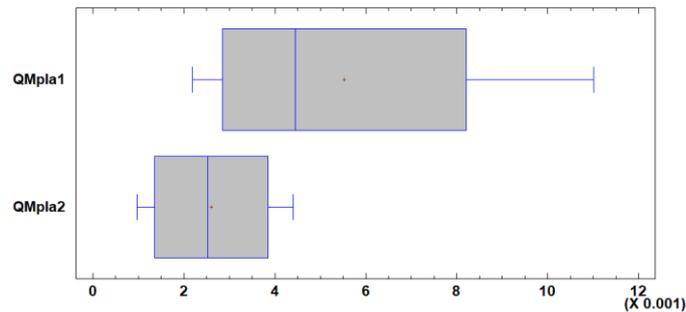
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} \neq \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.757961$  valor-P = 0.477179

No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

**Figura 36**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cadmio, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

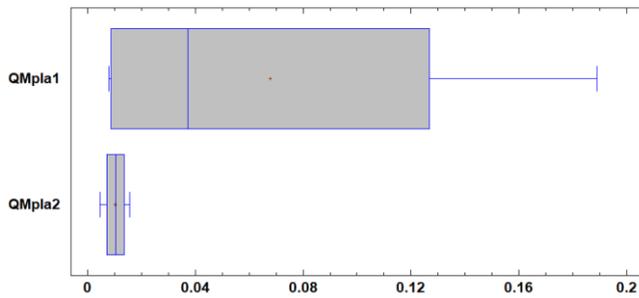
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} \neq \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 1.39664$  valor-P = 0.211999

No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

**Figura 37**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cobre, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

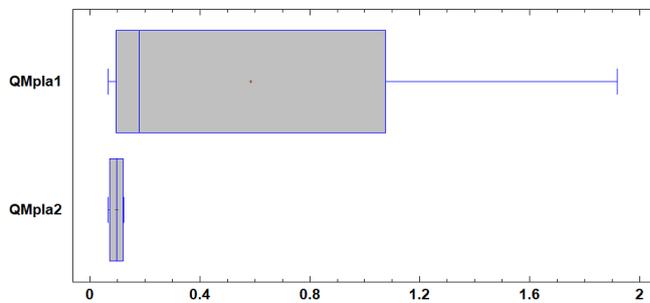
Hipótesis Alt.:  $\mu_1 \neq \mu_2$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 1.35032$  valor-P = 0.225619

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$

**Figura 38**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro hierro, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

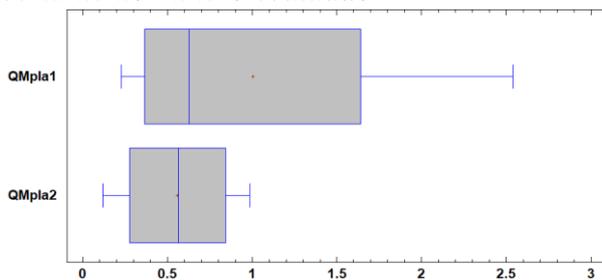
Hipótesis Alt.:  $\mu_1 \neq \mu_2$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 1.09762$  valor-P = 0.314455

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 39**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro manganeso, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

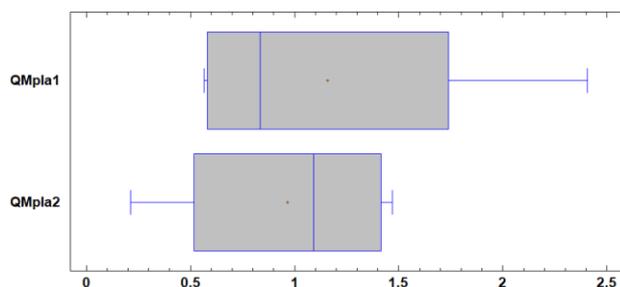
Hipótesis Alt.:  $\mu_1 \neq \mu_2$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.803273$  valor-P = 0.452456

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 40**

*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro zinc, en sus puntos de control, para el tercer vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias  
Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$   
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} \neq \text{media2}$   
suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.374098$  valor-P = 0.721195  
No se rechaza la hipótesis nula para  
alfa = 0.05.

#### 4.3.4 Vertimiento minero 4

La Tabla 18, que se muestra a continuación, contiene los resultados de los parámetros evaluados correspondientes a los puntos de control antes y después del vertimiento minero perteneciente a la concesión minera Corona S.A., según la comparativa de resultados con los Estándares de Calidad Ambiental, los parámetros que transgredieron lo establecido en el reglamento, fueron el arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, zinc, evidenciando que en algunos puntos existió transgresión antes del vertimiento, sin embargo después del vertimiento la transgresión persistió y aumentó su concentración, lo que nos indica que este vertimiento es un punto crítico de contaminación, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 18***Resultados de parámetros físicos e inorgánicos en el vertimiento minero 4*

<b>VERTIMIENTO MINERO 4</b>										
Vertimiento minero perteneciente a Sociedad Minera Corona S.A.										
Parámetros a evaluar	ECA para agua Categoría 3 (mg/L)		<b>Punto de control: QLeMe1</b>				<b>Punto de control: RTing1</b>			
			Quebrada La Eme, antes de la confluencia con la quebrada Puente la Hierba, aguas arriba de Sociedad Minera Corona S.A.				Rio Tingo, Aguas abajo de la bocamina el Tingo, concesión de Sociedad Minera Corona S.A			
	Cat.3-D1	Cat.3-D2	Años de evaluación				Años de evaluación			
			2018	2020	2021	2022	2018	2020	2021	2022
DBO <sub>5</sub>	<=15	<=15	2	3	3	2.6	2	4	3	2.6
DQO	<=40	<=40	6	4	8	11.4	7	4	11	11.9
pH	6.5 – 8.3	6.5 – 8.4	6.44	6.71	7.15	7.38	6.27	8.777	<b>4.2</b>	6.72
Aluminio	<=5	<=5	3.7	1.68	2.88	2.75	4.16	2.19	1.93	1.82
Arsénico	<=0,1	<=0,2	<b>0.17831</b>	0.054	<b>0.0688</b>	0.07123	<b>0.8093</b>	<b>0.5998</b>	<b>0.4656</b>	<b>0.30323</b>
Cadmio	<=0,01	<=0,05	0.00706	0.00199	0,00351	0,00508	<b>0.02816</b>	<b>0.02964</b>	<b>0.0146</b>	<b>0.01796</b>
Cobre	<=0,2	<=0,5	<b>1.6</b>	<b>0.5764</b>	<b>0.9352</b>	<b>1</b>	<b>1.933</b>	<b>1.844</b>	<b>1.194</b>	<b>1.559</b>
Hierro	<=5	----	<b>21.9</b>	4	<b>12.71</b>	<b>12.8</b>	<b>43.52</b>	<b>44.01</b>	<b>29.08</b>	<b>21.6</b>
Manganeso	<=0,2	<=0,2	<b>2.5</b>	<b>2.17</b>	<b>3</b>	<b>2.6</b>	<b>6.79</b>	<b>10.74</b>	<b>7.06</b>	<b>4.07</b>
Zinc	<=2	<=24	1.675	0.458	0.868	1.306	<b>4.7</b>	<b>6.27</b>	<b>3.71</b>	<b>2.47</b>

#### 4.3.4.1 Análisis de la prueba T para el cuarto vertimiento minero:

##### Hipótesis planteadas:

H1: El vertimiento minero 4 afecta de forma negativa la calidad del agua del Rio Tingo, en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu,Fe,Mn,Zn), durante el periodo 2018 y 2020 al 2022.

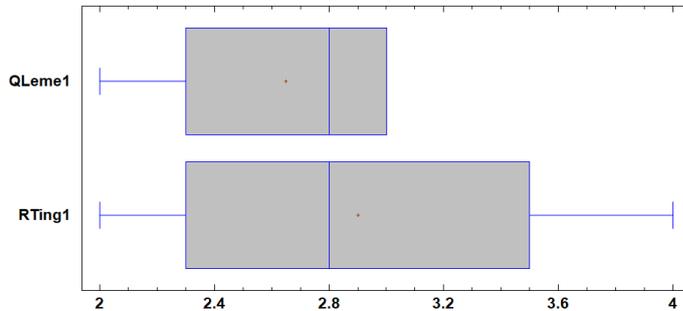
Ho: El vertimiento minero 4 no afecta en la calidad del agua del río Tingo, en sus parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, DQO, pH) e inorgánicos (Al, As, Cd, Cu,Fe,Mn,Zn), durante el periodo 2018 y 2020 al 2022.

De acuerdo a la prueba T analizada, se puede concluir que, “Se acepta la hipótesis nula”, en los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO, pH, aluminio, cadmio y cobre, es decir que, el vertimiento minero 4, perteneciente a la concesión minera Sociedad Minera Corona S.A., no afectó en la calidad del agua del Rio Tingo en los parámetros antes mencionados, sin embargo en los parámetros de arsénico, hierro, manganeso y zinc, se “rechazó la hipótesis nula” concluyendo que si existió

un impacto negativo por parte de este vertimiento minero en la calidad del agua del Rio Tingo, en contraste con los ECA para agua categoría 3. Tal como se muestra a continuación:

**Figura 41**

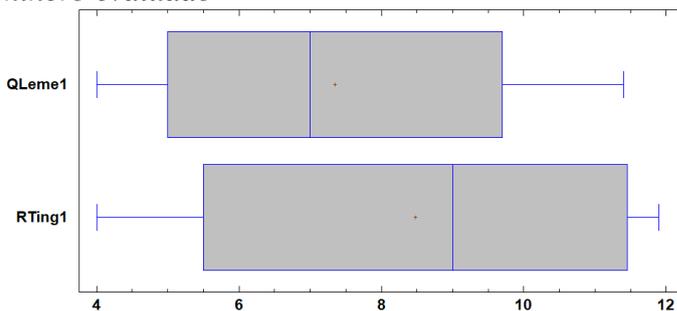
*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DBO<sub>5</sub>, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias  
 Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$   
 Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$   
 suponiendo varianzas iguales:  $t = -0.518476$  valor-P = 0.622684  
 No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

**Figura 42**

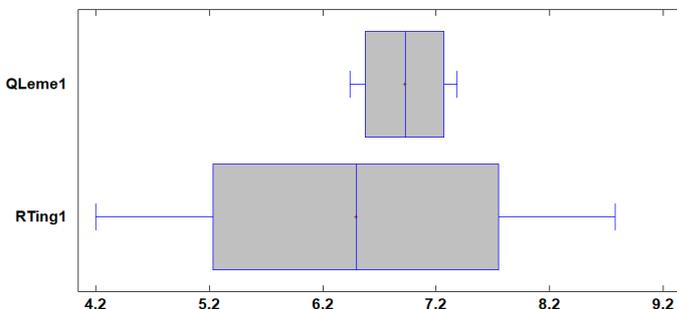
*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro DQO, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias  
 Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$   
 Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$   
 suponiendo varianzas iguales:  $t = -0.465205$  valor-P = 0.65819  
 No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

**Figura 43**

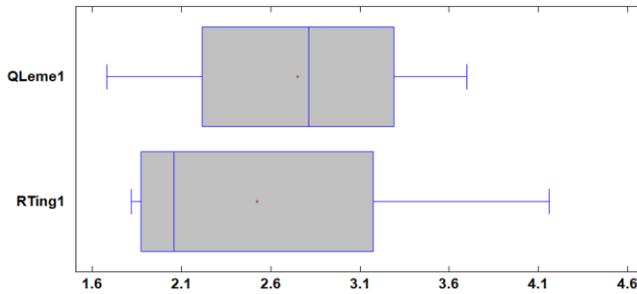
*Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro pH, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado*



Prueba t para comparar medias  
 Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$   
 Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$   
 suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.444977$  valor-P = 0.671939  
 No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

**Figura 44**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro aluminio, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias  
Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

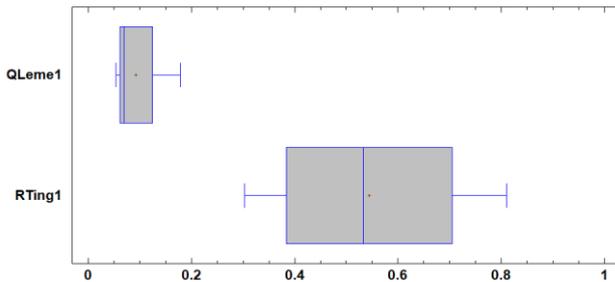
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 0.330069$  valor-P = 0.752567

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 45**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro arsénico, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias  
Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

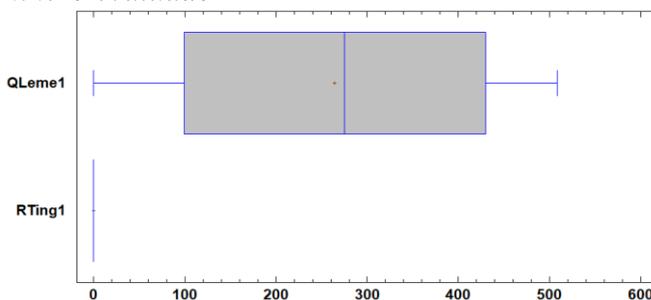
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = -4.07188$  valor-P = 0.00656188

**Se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .**

**Figura 46**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cadmio, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias  
Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

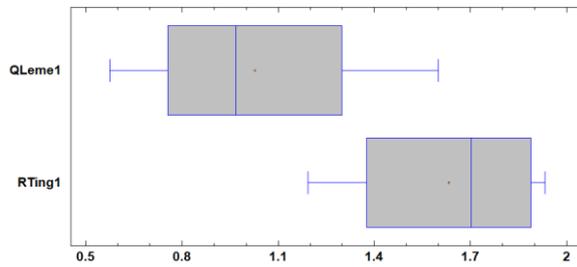
Hipótesis Alt.:  $\text{media1} < \text{media2}$

suponiendo varianzas iguales:  $t = 2.43972$  valor-P = 0.050491

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 47**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro cobre, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias  
Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

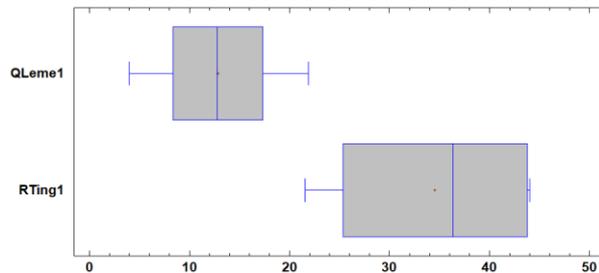
Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales:  $t = -2.24126$  valor-P = 0.0662323

No se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$

**Figura 48**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro hierro, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias  
Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

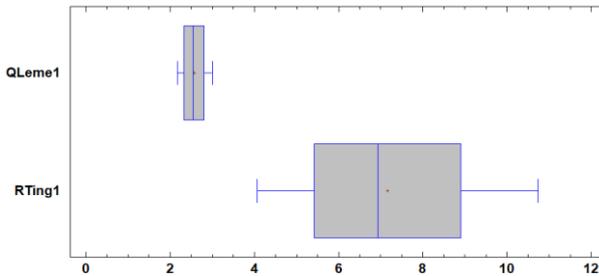
Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales:  $t = -3.27195$  valor-P = 0.0169928

**Se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$**

**Figura 49**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro manganeso, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias  
Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

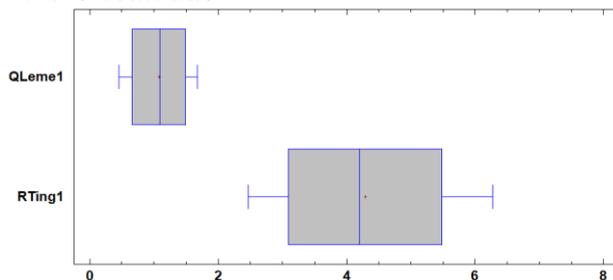
Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales:  $t = -3.33085$  valor-P = 0.01579

**Se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .**

**Figura 50**

Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro Zinc, en sus puntos de control, para el cuarto vertimiento minero evaluado



Prueba t para comparar medias  
Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 < \mu_2$

suponiendo varianzas iguales:  $t = -3.79841$  valor-P = 0.00898455

**Se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .**

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

Se determina que de los parámetros fisicoquímicos de DBO<sub>5</sub>, DQO y pH, evaluados en los puntos de control para los 4 vertimientos mineros, el DBO<sub>5</sub> y DQO se encontraron como aceptables en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental, a diferencia del pH, que presentó algunas transgresiones a los ECA en los puntos ubicados en la quebrada Puente La Hierba (QEphi1, QEphi2 y QEphi3), en los años de evaluación 2018, 2020 y 2021, presentando acidez, al igual que en el punto ubicado en el Rio Tingo (RTing1) en el año 2021.

Se determina que de los parámetros inorgánicos evaluados de Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, el aluminio no presentó transgresión; el parámetro arsénico presentó transgresión en los puntos ubicados en el río Tingo ( RTing1) y Quebrada La Eme en el punto (QLeme1) en el año 2018; en el parámetro de cadmio se presentó transgresión en el punto de monitoreo RTing1 para todos los años evaluados; en el parámetro cobre se presentó transgresión en los puntos QLeme1 y RTing1, para todos los años evaluados; en el parámetro de hierro se transgredió en los puntos QLeme1 y RTing1; en el parámetro de manganeso se evidenció transgresión en los puntos QEphi2, QMpla 1 y 2, QLeme1 y RTing1 y finalmente en el parámetro zinc la transgresión se dio en los puntos QLeme1 y RTing1, para todos los años evaluados.

Se establece la regresión de los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos en los puntos de monitoreo establecidos durante el periodo 2018 y 2020 al 2022, a través de la prueba T, haciendo uso del software Statgraphics, se pudo identificar en el vertimiento 1 correspondiente a la compañía minera Coimolache S.A., influencia positiva en el parámetro pH debido a que deja de estar ácido y en el de manganeso negativa. En el vertimiento 2 correspondió a la empresa minera Gold Fields S.A. no genera impacto en la calidad de agua en la Quebrada El Puente La Hierba a lo largo de los años 2018, 2020, 2021 y 2022. El vertimiento 3 correspondiente también a la empresa minera Gold Fields S.A. no tiene influencia en la calidad de la Quebrada Mesa de Plata. El vertimiento 4 que perteneció a la sociedad minera Corona S.A. sí generó un impacto negativo, sin embargo, también se precisa que antes del vertimiento se encuentra el pasivo ambiental San Nicolás, lo que también podría tener influencia en estos resultados.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gómez, E. (2016). Calidad de agua. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*, 2-11.
- Aguirre, W., & Huaman, R. (2019). “*Influencia del drenaje ácido de mina del pasivo ambiental San Nicolás en las aguas del río Tingo Maygasbamba, Hualgayoc- Cajamarca 2019*”. Cajamarca: UPN.
- Autoridad Nacional del Agua. (2009). *Demarcación y delimitación de las Autoridades Administrativas del Agua*. Lima: ANA.
- Ban Ki, M. (10 de Octubre de 2014). Obtenido de El agua fuente de vida: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml#:~:text=A%20nivel%20global%2C%20el%20principal,a%20los%20usos%20del%20agua>.
- Barreto, P. (2010). *Protocolo de monitoreo de agua*. Ancash: UNASAM.
- Cajamarca, A. d. (08 de 09 de 2024). *Hualgayoc*. Obtenido de <http://www.atlascajamarca.pe/provincial/hualgayoc.html>
- Cárdenas, E. (2021). *Impacto socio ambiental de la minería en la comunidad campesina de Choclococha – Huancavelica*. Huancavelica: UNH.
- Collazos, J. (2021). *Determinacion de Demanda Química de Oxígeno*. Cajamarca: UPN.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. (07 de junio 2017). *Diario Oficial El Peruano*.
- Decreto Supremo N° 032-2002-EM. (23 de octubre de 2002). *Diario Oficial El Peruano*.
- Española, R. A. (8 de 9 de 2024). *Diccionario de la lengua española 23.ª ed.* Obtenido de <https://dle.rae.es>
- Garay, J., & Núñez, A. (2020). “*Influencia del Vertimiento de la Actividad Minera Gold Fields la Cima en la Contaminación de las Aguas del Río Tingo - Maygasbamba, Hualgayoc*”. Hualgayoc: UCV.

- Gardey, A., y Perez , J. (2021). *Definición de parámetro*. Obtenido de <https://definicion.de/parametro/>
- Gonzales, V. (2018). *Evaluación del impacto ambiental de los vertimientos de minería aurífera sobre la quebrada Bemango (remango) en el municipio de buriticá departamento de Antioquia*. Medellín: UDM.
- Guillén, J. (2020). *Vertimiento de efluentes mineros de mina marta en la contaminación de las aguas del rio Tinyaclla*. Huancayo: UNCP.
- Henao, A. (2022). *Impacto ambiental en la microcuenca Cascabel ocasionado por la actividad minera del municipio de Marmato-Caldas*. Medellín: UEIA.
- Hernández, L., López, D., & Moya, F. (2019). Monitoreo ambiental . *Revista Espacios*, 17-20.
- Mansilla , M., y Cuesta, P. (11 de marzo de 2022). Obtenido de Espectrometría de Masas de Plasma (ICP-MS): <https://www.ubu.es/parque-cientifico-tecnologico/servicios-cientifico-tecnicos/espectrometria/espectrometria-de-masas-de-plasma-icp-ms>
- Marin , A., y Vélez, M. (2018). *Impacto ambiental sobre el recurso hídrico, una consecuencia del procesamiento del oro*. Medellín: UDA.
- Marquez, A. (03 de noviembre de 2020). *Monitoreo ambiental*. Obtenido de Ecología verde: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-monitoreo-ambiental-3113.html>
- Martínez, P. (04 de septiembre de 2021). *OBELA*. Obtenido de <https://www.obela.org/analisis/la-contaminacion-del-agua-en-la-mineria>
- Medina, M., y Sejuro, M. (2023). “*Análisis de la significancia del impacto ambiental del As, Cd y Pb de los efluentes minero-metalúrgicos de la gran minería en la calidad de aguas superficiales del río San Juan, Cerro de Pasco*”. Arequipa: UTP.
- Navarro, M. (2007). *Demanda Bioquímica De Oxígeno – 5 Días, Incubación Y Electrometría*. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Nieto, S. (2022). “*Impacto de la actividad minera artesanal en la calidad del agua del río Abujao, cuenca del Abujao-Masisea region Ucayali-2010*”. Ucayali: UNU.

- Pardave, M. (2022). *Evaluación de la calidad física y química de aguas que influyen de las actividades de la unidad minera Cerro S.A.C ubicada en los distritos de Simón Bolívar y Yanacancha, provincia de Pasco 2020*. Cerro de Pasco: UNDAC.
- Ramos, L. (2022). *Evaluación de calidad de agua del río Chanquillo, en zona de influencia por actividades mineras, distrito de Gorgor, Cajatambo- 2021*. Huacho: UNJFSC.
- Resolucion Jefatural N° 10-2016 ANA. (11 Enero 2016). *Diario Oficial El Peruano*.
- Reyes, J. (2019). “*Calidad del agua del río Torres en el área de influencia de la mina Huanzalá, en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi-Ancash. periodo junio 2017–enero 2018*”. Ancash: UNSAM.
- Rivas, R., Perez, M., & Talavera, J. (2013). Prueba t de Studen. *Revista medica del instituto mexicano del seguro social*, 300-303.
- Ruz, C., Samaniego, L., & Rangel, M. (2020). Estado actual del Monitoreo de agua subterránea en América Latina e Introducción al programa GGMN. *Aqua-LAC*, 119-125.
- Vásquez, O. (2021). *Alteración de la calidad del agua por efluentes mineros en la cuenca alta del río San Juan, Cerro de Pasco, 2020*. Lima: UNFV.
- Vicuña, F. (2019). *Evaluacion de la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento y el grado de satisfaccion en la poblacion dE Olleros-Huaraz, periodo 2015-2016*. Huaraz: UNSAM.
- Vilca, C. (2022). *Determinación de los niveles de mercurio y plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del río Lampa su relación con el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental (ECA) PARA el periodo 2021*. Puno: UPSC.

# CAPÍTULO VII

## ANEXOS

### Anexo 1

Resultados de monitoreo correspondientes al año 2022



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



**INFORME DE ENSAYO  
MA2243128 Rev. 0**

#### AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

CAL. LOS PETIRROJOS NRO. 355 URB. EL PALOMAR, SAN ISIDRO

ENV / LB-351666-003

PROCEDENCIA : CUENCA LLAUCANO

Fecha de Recepción SGS : 11-11-2022  
Fecha de Ejecución : Del 11-11-2022 al 19-11-2022  
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
QEphi 1
QEphi 4
QEphi 3
QEphi 2
QSinc 1
QTami 1

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 19/11/2022

Jade C. Huarcaya Soto  
C.B.P. 8471  
Jefe de Oficina

"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 8

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

Miembro del Grupo SGS



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



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO  
MA2243128 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QEphi 1 9253719N / 756319E 10/11/2022 09:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	QEphi 4 9252604N / 760635E 10/11/2022 08:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CATEGORIA	SUB CATEGORIA			
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Bicarbonatos	EW_APHA2320B_CX	mg HCO3/L	0.6	1.2	<1.2	84.4 ± 24.50
Demanda Bloquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B_CX	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D_CX	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	17.9 ± 3.20
S.A.A.M. (Detergentes)	EW_APHA5540C_CX	mg MBAS/L	0.025	0.061	<0.061	<0.061
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
Cianuro WAD	EW_OIA1677_CX	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008	<0.0008
<b>Aniones</b>						
Cloruro	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.025	0.050	<0.050	34.545 ± 10.018
Fluoruro	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.002	0.004	<0.004	0.215 ± 0.049
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.016	0.052	<0.052	27.130 ± 5.70
Nitrato	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.003	0.006	<0.006	12.415 ± 3.48
Sulfato	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.01	0.03	8.84 ± 1.86	718.02 ± 150.78
<b>Análisis Microbiológicos</b>						
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	2.0
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0
<b>Metales Totales</b>						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	1.557 ± 0.14	0.254 ± 0.023
Antimonio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	0.00671 ± 0.0019
Arsénico Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	0.00172 ± 0.00019	0.00579 ± 0.00064
Bario Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0363 ± 0.0033	0.0268 ± 0.0024
Berilio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.00020 ± 0.000040	0.00032 ± 0.000070
Boro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.002	0.006	<0.006	0.011 ± 0.0010
Cadmio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00025 ± 0.000060
Calcio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.009	4.479 ± 0.45	285.071 ± 28.51
Cerio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	0.00032 ± 0.000030
Cesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0041 ± 0.0010
Cobalto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.00211 ± 0.00019	0.02096 ± 0.0019
Cobre Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00009	0.00958 ± 0.0024	0.01540 ± 0.0039
Cromo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.0236 ± 0.0021	1.8929 ± 0.17
Fósforo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00052 ± 0.000040
Germanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0004	0.0013	0.2546 ± 0.020	0.2112 ± 0.017
Lantano Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0044 ± 0.00040
Lutecio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	0.187 ± 0.022	2.329 ± 0.28
Manganeso Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	0.00641 ± 0.00045	0.09592 ± 0.0067
Mercurio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00065 ± 0.00015	0.06287 ± 0.014
Niobio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.0014 ± 0.00030	0.0013 ± 0.00030
Plata Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0012 ± 0.00010
Potasio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.04	0.13	0.43 ± 0.030	18.99 ± 1.52
Rubidio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0009	<0.0009	0.0184 ± 0.0018
Selenio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	0.0271 ± 0.0062
Silice Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.09	0.27	5.41 * ± 0.65	6.87 * ± 0.82
Silicio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.04	0.13	2.53 ± 0.30	3.21 ± 0.39
Sodio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.006	0.019	1.075 ± 0.12	147.431 ± 16.22
Talio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00010 ± 0.000020	0.00051 ± 0.00012
Tantalio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
torio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Uranio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	0.000090 ± 0.000019
Vanadio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0008	0.0026	0.0085 ± 0.00090	0.0211 ± 0.0021
Zirconio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

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

Página 2 de 8

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348  
Ernesto Gunther 275  
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1  
Parque Industrial  
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe  
Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com  
Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS



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



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO  
MA2243128 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QEphi 3 9252347N / 759943E 10/11/2022 10:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	QEphi 2 9252744N / 757554E 10/11/2022 12:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Bicarbonatos	EW_APHA2320B_CX	mg HCO3/L	0.6	1.2	73.9 ± 21.40	64.3 ± 18.60
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B_CX	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D_CX	mgO2/L	1.8	4.5	20.4 ± 3.50	20.4 ± 3.50
S.A.A.M. (Detergentes)	EW_APHA5540C_CX	mg MBAS/L	0.025	0.061	<0.061	<0.061
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
Cianuro WAD	EW_OIA1677_CX	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008	<0.0008
<b>Aniones</b>						
Cloruro	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.025	0.050	15.260 ± 4.42	16.520 ± 4.79
Fluoruro	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.002	0.004	0.185 ± 0.043	0.170 ± 0.039
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.016	0.052	48.080 ± 10.097	51.975 ± 10.91
Nitrito	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.003	0.006	23.910 ± 6.69	26.981 ± 7.55
Sulfato	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.01	0.03	677.07 ± 142.18	215.73 ± 45.30
<b>Análisis Microbiológicos</b>						
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0
<b>Metales Totales</b>						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	0.461 ± 0.041	0.682 ± 0.061
Antimonio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00004	0.00013	0.00715 ± 0.0020	0.00871 ± 0.0024
Arsénico Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	0.00964 ± 0.0011	0.01255 ± 0.0014
Bario Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0147 ± 0.0013	0.0130 ± 0.0012
Berilio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.01060 ± 0.0022
Boro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.002	0.006	0.022 ± 0.0030	0.019 ± 0.0020
Cadmio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.00039 ± 0.000090	0.00053 ± 0.00012
Calcio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.009	187.080 ± 18.71	204.746 ± 20.47
Cerio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00008	0.00024	0.00052 ± 0.000040	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0044 ± 0.0011	0.0039 ± 0.0010
Cobalto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.04184 ± 0.0038	0.05039 ± 0.0045
Cobre Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00009	0.02705 ± 0.0068	0.03743 ± 0.0094
Cromo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	0.00107 ± 0.00020
Estroncio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.5127 ± 0.046	0.5381 ± 0.048
Fósforo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.015	0.047	<0.047	0.081 ± 0.023
Galio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00004	0.00012	0.00055 ± 0.000040	0.00074 ± 0.000060
Germanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0004	0.0013	0.3057 ± 0.025	0.4112 ± 0.033
Lantano Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0079 ± 0.00070	0.0101 ± 0.00090
Lutecio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	3.156 ± 0.38	3.932 ± 0.47
Manganeso Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	0.11783 ± 0.0083	0.12632 ± 0.0088
Mercurio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.09263 ± 0.021	0.11243 ± 0.026
Niobio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.0024 ± 0.00060	0.0032 ± 0.00070
Plata Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	0.000240 ± 0.000036
Plomo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.0037 ± 0.00030	<0.0006
Potasio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.04	0.13	15.39 ± 1.23	19.24 ± 1.54
Rubidio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0009	0.0128 ± 0.0013	0.0149 ± 0.0015
Selenio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0004	0.0013	0.0484 ± 0.011	0.0648 ± 0.015
Silice Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.09	0.27	6.63 * ± 0.80	5.79 * ± 0.69
Silicio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.04	0.13	3.10 ± 0.37	2.71 ± 0.33
Sodio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.006	0.019	263.547 ± 28.99	321.828 ± 35.40
Talio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00016 ± 0.000040	0.00030 ± 0.000070
Tantalio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Uranio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.000003	0.000010	0.000144 ± 0.000030	0.000126 ± 0.000026
Vanadio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006

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

Página 3 de 8



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



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO  
MA2243338 Rev. 1**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					R Hual 1 9250968N / 764148E 11/11/2022 16:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	Q Leme 1 9254093N / 760286E 11/11/2022 09:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Bicarbonatos	EW_APHA2320B_CX	mg HCO3/L	0.6	1.2	213.3 ± 61.90	55.7 ± 16.20
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B_CX	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D_CX	mgO2/L	1.8	4.5	9.9 ± 2.20	11.4 ± 2.40
S.A.A.M. (Detergentes)	EW_APHA5540C_CX	mg MBAS/L	0.025	0.061	<0.061	<0.061
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
Cianuro WAD	EW_OIA1677_CX	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008	<0.0008
<b>Aniones</b>						
Cloruro	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.025	0.050	1.076 ± 0.31	2.152 ± 0.62
Fluoruro	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.002	0.004	0.217 ± 0.050	0.434 ± 0.10
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.016	0.052	0.244 ± 0.051	0.488 ± 0.10
Nitrito	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.003	0.006	<0.006	<0.006
Sulfato	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.01	0.03	43.46 ± 9.13	86.91 ± 18.25
<b>Análisis Microbiológicos</b>						
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0
<b>Metales Totales</b>						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	<0.003	2.750 ± 0.25
Antimonio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	0.00311 ± 0.00087
Arsénico Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	0.00112 ± 0.00012	0.07123 ± 0.0078
Bario Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0175 ± 0.0016	0.0080 ± 0.00070
Berilio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00027 ± 0.000060
Bismuto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.00019 ± 0.000040	0.00009 ± 0.000020
Boro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Cadmio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00508 ± 0.0012
Calcio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.009	61.784 ± 6.18	126.708 ± 12.67
Cerio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	0.00456 ± 0.00037
Cesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0018 ± 0.00050
Cobalto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00674 ± 0.00061
Cobre Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00009	0.00129 ± 0.00032	1.02143 ± 0.25
Cromo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.3283 ± 0.030	0.3726 ± 0.034
Fósforo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00029 ± 0.000020
Germanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0004	0.0013	0.0377 ± 0.0030	12.7990 ± 1.024
Lantano Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0022 ± 0.00060
Litio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0035 ± 0.00030
Lutecio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	3.555 ± 0.43	4.548 ± 0.55
Manganeso Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	0.00390 ± 0.00027	2.58526 ± 0.18
Mercurio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00022 ± 0.000050	0.00342 ± 0.00079
Niobio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0082 ± 0.0019
Plata Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0114 ± 0.0010
Potasio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.04	0.13	0.41 ± 0.030	2.16 ± 0.17
Rubidio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0009	<0.0009	0.0053 ± 0.00050
Selenio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.09	0.27	3.30 * ± 0.40	7.89 * ± 0.95
Silicio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.04	0.13	1.54 ± 0.18	3.69 ± 0.44
Sodio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.006	0.019	2.974 ± 0.33	18.972 ± 2.087
Talio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00575 ± 0.0013
Tantalio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0007 ± 0.00010
Uranio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.000003	0.000010	0.000170 ± 0.000036	0.000670 ± 0.00014
Vanadio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00035 ± 0.000070
Zinc Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0008	0.0026	0.0175 ± 0.0018	1.3055 ± 0.13
Zirconio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045



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



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO  
MA2243338 Rev. 1**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QMpla 1 9252440N / 763440E 11/11/2022 10:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	QMpla 2 9252384N / 763543E 11/11/2022 11:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Bicarbonatos	EW_APHA2320B_CX	mg HCO3/L	0.6	1.2	256.7 ± 74.40	233.8 ± 67.80
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B_CX	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D_CX	mgO2/L	1.8	4.5	10.9 ± 2.30	9.9 ± 2.20
S.A.A.M. (Detergentes)	EW_APHA5540C_CX	mg MBAS/L	0.025	0.061	<0.061	<0.061
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
Cianuro WAD	EW_OIA1677_CX	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008	<0.0008
<b>Aniones</b>						
Cloruro	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.025	0.050	2.995 ± 0.87	2.758 ± 0.80
Fluoruro	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.002	0.004	0.018 ± 0.0040	0.020 ± 0.0050
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.016	0.052	1.993 ± 0.42	1.178 ± 0.25
Nitrato	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.003	0.006	0.041 ± 0.011	<0.006
Sulfato	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.01	0.03	790.00 ± 165.90	771.35 ± 161.98
<b>Análisis Microbiológicos</b>						
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Numeración de Escherichia coli	EW_APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0
<b>Metales Totales</b>						
Aluminio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	0.021 ± 0.0020	0.023 ± 0.0020
Antimonio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00004	0.00013	0.00547 ± 0.0015	0.00536 ± 0.0015
Arsénico Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	0.00240 ± 0.00026	0.00207 ± 0.00023
Bario Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0100 ± 0.00090	0.0099 ± 0.00090
Berilio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.00006 ± 0.000010	0.00031 ± 0.000070
Boro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.002	0.006	0.025 ± 0.0030	0.025 ± 0.0030
Cadmio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.00350 ± 0.00081	0.00440 ± 0.0010
Calcio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.009	364.168 ± 36.42	342.589 ± 34.26
Cerio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0059 ± 0.0015	0.0044 ± 0.0011
Cobalto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00039 ± 0.000040
Cobre Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00009	0.00958 ± 0.0024	0.00460 ± 0.0012
Cromo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	1.0679 ± 0.096	0.9723 ± 0.088
Fósforo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0004	0.0013	0.1239 ± 0.0099	0.1188 ± 0.0095
Lantano Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0055 ± 0.00050	0.0044 ± 0.00040
Lutecio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	11.205 ± 1.35	10.749 ± 1.29
Manganeso Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	0.74539 ± 0.052	0.69847 ± 0.049
Mercurio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00133 ± 0.00031	0.00111 ± 0.00026
Niobio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.0014 ± 0.00030	0.0011 ± 0.00030
Plata Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.0175 ± 0.0016	0.0253 ± 0.0023
Potasio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.04	0.13	2.26 ± 0.18	2.11 ± 0.17
Rubidio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0009	0.0096 ± 0.0010	0.0084 ± 0.00080
Selenio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.09	0.27	8.36 *	7.20 * ± 0.86
Silicio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.04	0.13	3.91 ± 0.47	3.37 ± 0.40
Sodio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.006	0.019	5.940 ± 0.65	5.740 ± 0.63
Talio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00345 ± 0.00079	0.00257 ± 0.00059
Tantalio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0007 ± 0.00010
Uranio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.000003	0.000010	0.002565 ± 0.00054	0.002620 ± 0.00055
Vanadio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006



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



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO  
MA2243338 Rev. 1**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QMpla 1 9252440N / 763440E 11/11/2022 10:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	QMpla 2 9252384N / 763543E 11/11/2022 11:20:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CATEGORIA	SUB CATEGORIA			
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>						
Zinc Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0008	0.0026	1.0712 ± 0.11	1.4697 ± 0.15
Zirconio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QMpla 3 9251973N / 764191E 11/11/2022 15:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	RTing 1 9253629N / 761769E 11/11/2022 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CATEGORIA	SUB CATEGORIA			
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Bicarbonatos	EW APHA2320B CX	mg HCO3/L	0.6	1.2	<1.2	25.4 ± 7.40
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW APHA5210B CX	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW APHA5220D CX	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	11.9 ± 2.40
S.A.A.M. (Detergentes)	EW APHA5540C CX	mg MBAS/L	0.025	0.061	<0.061	<0.061
Aceites y Grasas	EW ASTM3921	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
Cianuro WAD	EW OIA1677 CX	mg/L	0.0003	0.0008	<0.0008	<0.0008
<b>Aniones</b>						
Cloruro	EW EPA300 0 CX	mg/L	0.025	0.050	0.530 ± 0.15	25.120 ± 7.29
Fluoruro	EW EPA300 0 CX	mg/L	0.002	0.004	0.030 ± 0.0070	0.035 ± 0.0080
Nitratos(NO3-N)+Nitritos (NO2-N)	EW EPA300 0 CX	mg/L	0.016	0.052	0.250 ± 0.053	20.945 ± 4.40
Nitrito	EW EPA300 0 CX	mg/L	0.003	0.006	<0.006	8.786 ± 2.46
Sulfato	EW EPA300 0 CX	mg/L	0.01	0.03	513.50 ± 107.84	693.55 ± 145.65
<b>Análisis Microbiológicos</b>						
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Numeración de Escherichia coli	EW APHA9221F_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8	<1.8
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0	0
<b>Metales Totales</b>						
Aluminio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.001	0.003	4.062 ± 0.37	1.821 ± 0.16
Antimonio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00004	0.00013	0.00195 ± 0.00055	0.00780 ± 0.0022
Arsénico Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00003	0.00010	0.05475 ± 0.0060	0.30323 ± 0.033
Bario Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0096 ± 0.00090	0.0212 ± 0.0019
Berilio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00047 ± 0.00010	0.00015 ± 0.000030
Bismuto Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.00017 ± 0.000040	0.00007 ± 0.000010
Boro Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.002	0.006	<0.006	0.015 ± 0.0020
Cadmio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.12254 ± 0.028	0.01796 ± 0.0041
Calcio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.003	0.009	186.749 ± 18.67	257.656 ± 25.77
Cerio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00008	0.00024	0.00908 ± 0.00074	0.00129 ± 0.00010
Cesio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0047 ± 0.0012	0.0052 ± 0.0013
Cobalto Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00001	0.00003	0.00489 ± 0.00044	0.01585 ± 0.0014
Cobre Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00003	0.00009	0.39319 ± 0.098	1.55920 ± 0.39
Cromo Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0020 ± 0.00050	<0.0003
Estaño Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.3514 ± 0.032	1.3094 ± 0.12
Fósforo Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.015	0.047	<0.047	0.067 ± 0.019
Galio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00004	0.00012	0.00632 ± 0.00051	0.00080 ± 0.000060
Germanio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0004	0.0013	33.7299 ± 2.70	21.6376 ± 1.73
Lantano Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0005	0.0015	0.0042 ± 0.0011	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0001	0.0003	0.0043 ± 0.00040	0.0060 ± 0.00050
Lutecio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00018 ± 0.000050	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.001	0.003	13.354 ± 1.60	5.369 ± 0.64
Manganeso Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00003	0.00010	22.07579 ± 1.55	4.07245 ± 0.29
Mercurio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.03785 ± 0.0087
Niobio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.0134 ± 0.0031	0.0066 ± 0.0015
Plata Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0002	0.0006	0.1566 ± 0.014	0.0173 ± 0.0016
Potasio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.04	0.13	0.77 ± 0.060	14.78 ± 1.18
Rubidio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0003	0.0009	0.0055 ± 0.00060	0.0136 ± 0.0014
Selenio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	0.0214 ± 0.0049



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



**INFORME DE ENSAYO  
MA2243338 Rev. 1**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					QMpla 3 9251973N / 764191E 11/11/2022 15:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO	RTing 1 9253629N / 761769E 11/11/2022 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL AGUA DE RIO
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Metales Totales</b>						
Silice Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.09	0.27	10.31 * ± 1.24	6.14 * ± 0.74
Silicio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.04	0.13	4.82 ± 0.58	2.87 ± 0.34
Sodio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.006	0.019	3.554 ± 0.39	120.527 ± 13.26
Talio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00337 ± 0.00078	0.05341 ± 0.012
Tantalio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00006	0.00019	0.00035 ± 0.000020	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0006 ± 0.00010
Uranio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.000003	0.000010	0.004865 ± 0.0010	0.001420 ± 0.00030
Vanadio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00002	0.00006	0.00147 ± 0.00031	0.00037 ± 0.000080
Zinc Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.0008	0.0026	23.9352 ± 2.39	2.4655 ± 0.25
Zirconio Total	EW EPA200 8 CX	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

## Anexo 2

### Resultados de monitoreo correspondientes al año 2021



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



Registro N° LE - 029

FDT 001 - 01

**INFORME DE ENSAYO: 48324/2021**

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**

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

### **MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA INTERCUENCA ALTO MARAÑÓN IV - ALA CHOTANO LLAUCANO - 2021**

Emitido por: Karin Zelada Trigoso - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 01/09/2021

Karin Zelada Trigoso

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 12

Revisión: 11  
Fecha de Revisión: 24/09/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
[www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)



## INFORME DE ENSAYO: 48324/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

445616/2021-1.0

18/08/2021

16:00:00

Aguas Superficiales

Qephiz

Parámetro	Ref. Met.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	24/08/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Bicarbonato	17591	24/08/2021	mg HCO <sub>3</sub> -/L	1,2	3,1	48,6
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	20/08/2021	mg/L	0,006	0,015	0,314
Cianuro Wad	11597	25/08/2021	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	12413	19/08/2021	mg/L	2	5	2
Demanda Química de Oxígeno	12336	24/08/2021	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	7
Detergentes Aniónicos	20496	21/08/2021	mg/L	0,002	0,020	< 0,002
Fenoles	11593	23/08/2021	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo Total	10818	23/08/2021	mg P/L	0,007	0,018	< 0,007
Nitrógeno Amoniacal	11620	21/08/2021	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0,008	0,019	0,026
Nitrógeno Total	11636	25/08/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,533
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Ionica</b>						
Cloruros, Cl-	8100	20/08/2021	mg/L	0,061	0,200	1,851
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	20/08/2021	mg NO <sub>3</sub> -/L	0,009	0,023	1,344
Nitratos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	0,304
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	8100	20/08/2021	mg NO <sub>2</sub> -/L	0,015	0,038	0,034
Nitritos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	0,010
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	20/08/2021	mg/L	0,050	0,200	125,7
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS</b>						
Plata (Ag)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,011	0,173
Arsénico (As)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0053
Boro (B)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,012	0,034
Bario (Ba)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0149
Berilio (Be)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,25	56,17
Cadmio (Cd)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00010	0,00025	0,00072
Cobalto (Co)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0039
Cromo (Cr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0095
Hierro (Fe)	20237	24/08/2021	mg/L	0,016	0,048	0,366
Mercurio (Hg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	24/08/2021	mg/L	0,02	0,05	1,02
Litio (Li)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0034
Magnesio (Mg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,002	0,012	2,606
Manganeso (Mn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,2050
Molibdeno (Mo)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0071
Sodio (Na)	20237	24/08/2021	mg/L	0,01	0,02	8,38
Níquel (Ni)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0025
Plomo (Pb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Antimonio (Sb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Selenio (Se)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,39	10,20
Estaño (Sn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,2148
Titanio (Ti)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0005	0,0013	< 0,0005
Talio (Tl)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Vanadio (V)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006



## INFORME DE ENSAYO: 48324/2021

N° ALS LS	445616/2021-1.0					
Fecha de Muestreo	18/08/2021					
Hora de Muestreo	16:00:00					
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales					
Identificación	QEpH2					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Zinc (Zn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,008	0,020	0,094

N° ALS LS	445616/2021-1.0					
Fecha de Muestreo	18/08/2021					
Hora de Muestreo	16:00:00					
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales					
Identificación	QEpH2					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	19/08/2021	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
Escherichia coli	7218	19/08/2021	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
017 ENSAYOS PARASITOLÓGICOS						
Huevos de Helmintos	16876	24/08/2021	Huevos/L	1	1	< 1

N° ALS LS	445619/2021-1.0					
Fecha de Muestreo	18/08/2021					
Hora de Muestreo	15:15:00					
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales					
Identificación	QEpH3					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	24/08/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Bicarbonato	17591	24/08/2021	mg HCO3-/L	1,2	3,1	47,6
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	20/08/2021	mg/L	0,006	0,015	0,134
Cianuro Wad	11597	25/08/2021	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	19/08/2021	mg/L	2	5	2
Demanda Química de Oxígeno	12336	24/08/2021	mg O2/L	2	5	8
Detergentes Aniónicos	20496	21/08/2021	mg/L	0,002	0,020	< 0,002
Fenoles	11593	23/08/2021	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo Total	10818	23/08/2021	mg P/L	0,007	0,018	0,018
Nitrógeno Amoniacal	11620	21/08/2021	mg NH3-N/L	0,008	0,019	< 0,008
Nitrógeno Total	11636	25/08/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,390
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	20/08/2021	mg/L	0,061	0,200	4,163
Nitratos, NO3-	8100	20/08/2021	mg NO3-/L	0,009	0,023	0,594
Nitratos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO3-N/L	0,002	0,005	0,134
Nitritos, NO2-	8100	20/08/2021	mg NO2-/L	0,015	0,038	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO2-N/L	0,004	0,010	< 0,004
Sulfatos, SO4-2	8100	20/08/2021	mg/L	0,050	0,200	195,9
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,011	0,100
Arsénico (As)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0023
Boro (B)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,012	0,028
Bario (Ba)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0202
Berilio (Be)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,25	79,49
Cadmio (Cd)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010
Cromo (Cr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0012	0,0163
Cobre (Cu)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0174
Hierro (Fe)	20237	24/08/2021	mg/L	0,016	0,048	0,290



## INFORME DE ENSAYO: 48324/2021

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

445619/2021-1.0  
18/08/2021  
15:15:00  
Aguas Superficiales  
QEPH3

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Mercurio (Hg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	24/08/2021	mg/L	0,02	0,05	1,09
Litio (Li)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0020
Magnesio (Mg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,002	0,012	3,572
Manganeso (Mn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0802
Molibdeno (Mo)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0036
Sodio (Na)	20237	24/08/2021	mg/L	0,01	0,02	15,44
Niquel (Ni)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0094
Plomo (Pb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Antimonio (Sb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Selenio (Se)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,39	8,60
Estaño (Sn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,3280
Titanio (Ti)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0005	0,0013	< 0,0005
Talio (Tl)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Vanadio (V)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Zinc (Zn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,008	0,020	0,035

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

445619/2021-1.0  
18/08/2021  
15:15:00  
Aguas Superficiales  
QEPH3

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	19/08/2021	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
Escherichia coli	7218	19/08/2021	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
017 ENSAYOS PARASITOLÓGICOS						
Huevos de Helmintos	16876	24/08/2021	Huevos/L	1	1	< 1

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

445620/2021-1.0  
18/08/2021  
14:30:00  
Aguas Superficiales  
QEPH4

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	24/08/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Bicarbonato	17591	24/08/2021	mg HCO3-/L	1,2	3,1	157,9
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	20/08/2021	mg/L	0,006	0,015	6,534
Cianuro Wad	11597	25/08/2021	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	19/08/2021	mg O2/L	2	5	2
Demanda Química de Oxígeno	12336	24/08/2021	mg O2/L	2	5	4
Detergentes Aniónicos	20496	21/08/2021	mg/L	0,002	0,020	< 0,002
Fenoles	11593	23/08/2021	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo Total	10818	23/08/2021	mg P/L	0,007	0,018	0,033
Nitrógeno Amoniacal	11620	21/08/2021	mg NH3-N/L	0,008	0,019	0,465
Nitrógeno Total	11636	25/08/2021	mg N/L	0,024	0,071	11,13
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	20/08/2021	mg/L	0,061	0,200	63,63
Nitratos, NO3-	8100	20/08/2021	mg NO3-/L	0,009	0,023	26,71



## INFORME DE ENSAYO: 48324/2021

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

445620/2021-1.0  
18/08/2021  
14:30:00  
Aguas Superficiales  
Qéphi4

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Nitratos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO3-N/L	0,002	0,005	6,033
Nitritos, NO2-	8100	20/08/2021	mg NO2-/L	0,015	0,038	1,645
Nitritos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO2-N/L	0,004	0,010	0,501
Sulfatos, SO4-2	8100	20/08/2021	mg/L	0,050	0,200	1035
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS</b>						
Plata (Ag)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,011	0,158
Arsénico (As)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0032
Boro (B)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,012	0,020
Bario (Ba)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0364
Berilio (Be)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,25	500,3
Cadmio (Cd)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Cromo (Cr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0103
Hierro (Fe)	20237	24/08/2021	mg/L	0,016	0,048	0,213
Mercurio (Hg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	24/08/2021	mg/L	0,02	0,05	20,86
Litio (Li)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0013
Magnesio (Mg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,002	0,012	1,478
Manganeso (Mn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0742
Molibdeno (Mo)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0332
Sodio (Na)	20237	24/08/2021	mg/L	0,01	0,02	32,29
Níquel (Ni)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Plomo (Pb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0015
Antimonio (Sb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0013
Selenio (Se)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0068
Silicio (Si)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,39	4,50
Estaño (Sn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00020	0,00049	3,012
Titanio (Ti)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0005	0,0013	0,0032
Talio (Tl)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Uranio (U)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Vanadio (V)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010
Zinc (Zn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,008	0,020	0,027

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

445620/2021-1.0  
18/08/2021  
14:30:00  
Aguas Superficiales  
Qéphi4

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes*	12146	19/08/2021	NMP/100 mL	1,8	---	49
Escherichia coli*	7218	19/08/2021	NMP/100 mL	1,8	---	33
<b>017 ENSAYOS PARASITOLÓGICOS</b>						
Huevos de Helminths	16876	24/08/2021	Huevos/L	1	1	< 1



## INFORME DE ENSAYO: 48324/2021

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

445621/2021-1.0  
18/08/2021  
11:00:00  
Aguas Superficiales  
QLeM1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	24/08/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Bicarbonato	17591	24/08/2021	mg HCO <sub>3</sub> -/L	1,2	3,1	40,3
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	20/08/2021	mg/L	0,006	0,015	0,986
Cianuro Wad	11597	25/08/2021	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOS)	12413	19/08/2021	mg/L	2	5	3
Demanda Química de Oxígeno	12336	24/08/2021	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	8
Detergentes Aniónicos	20496	21/08/2021	mg/L	0,002	0,020	< 0,002
Fenoles	11593	23/08/2021	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo Total	10818	23/08/2021	mg P/L	0,007	0,018	0,045
Nitrógeno Amoniacal	11620	22/08/2021	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0,008	0,019	3,075
Nitrógeno Total	11636	25/08/2021	mg N/L	0,024	0,071	10,20
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Cloruros, Cl-	8100	20/08/2021	mg/L	0,061	0,200	1,316
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	20/08/2021	mg NO <sub>3</sub> -/L	0,009	0,023	2,391
Nitratos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	0,540
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	8100	20/08/2021	mg NO <sub>2</sub> -/L	0,015	0,038	1,465
Nitritos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	0,446
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	20/08/2021	mg/L	0,050	0,200	547,6
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS</b>						
Plata (Ag)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00008	0,00030	0,00074
Aluminio (Al)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,011	2,877
Arsénico (As)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0688
Boro (B)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,012	0,015
Bario (Ba)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0162
Berilio (Be)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,25	189,0
Cadmio (Cd)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00010	0,00025	0,00351
Cobalto (Co)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0100
Cromo (Cr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,9352
Hierro (Fe)	20237	24/08/2021	mg/L	0,016	0,048	12,71
Mercurio (Hg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	24/08/2021	mg/L	0,02	0,05	4,89
Litio (Li)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0053
Magnesio (Mg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,002	0,012	6,797
Manganeso (Mn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	2,885
Molibdeno (Mo)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0102
Sodio (Na)	20237	24/08/2021	mg/L	0,01	0,02	41,21
Níquel (Ni)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0075
Plomo (Pb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0043
Antimonio (Sb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0047
Selenio (Se)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0029
Silicio (Si)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,39	7,20
Estaño (Sn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002
Estroncio (Sr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,6458
Titanio (Ti)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0005	0,0013	< 0,0005
Talio (Tl)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0082
Uranio (U)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Vanadio (V)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Zinc (Zn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,008	0,020	0,868



## INFORME DE ENSAYO: 48638/2021

### RESULTADOS ANALITICOS

#### Muestras del ítem: 1

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

448107/2021-1.0

19/08/2021

10:30:00

Aguas Superficiales

QMpl1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	24/08/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Bicarbonato	17591	25/08/2021	mg HCO <sub>3</sub> -/L	1,2	3,1	108,8
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	20/08/2021	mg/L	0,006	0,015	1,828
Cianuro Wad	11597	25/08/2021	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	20/08/2021	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	25/08/2021	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	8
Detergentes Aniónicos	20496	21/08/2021	mg/L	0,002	0,020	< 0,002
Fenoles	11593	23/08/2021	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo Total	10818	23/08/2021	mg P/L	0,007	0,018	0,018
Nitrógeno Amoniacal	11620	24/08/2021	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0,008	0,019	< 0,008
Nitrógeno Total	11636	26/08/2021	mg N/L	0,024	0,071	2,351
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Ionica</b>						
Cloruros, Cl-	8100	20/08/2021	mg/L	0,061	0,200	6,278
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	20/08/2021	mg NO <sub>3</sub> -/L	0,009	0,023	8,093
Nitratos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	1,828
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	8100	20/08/2021	mg NO <sub>2</sub> -/L	0,015	0,038	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	< 0,004
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	20/08/2021	mg/L	0,050	0,200	606,5
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS</b>						
Plata (Ag)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,011	0,039
Arsénico (As)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0021
Boro (B)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,012	0,025
Bario (Ba)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0123
Berilio (Be)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,25	263,1
Cadmio (Cd)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00010	0,00025	0,00219
Cobalto (Co)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0081
Hierro (Fe)	20237	24/08/2021	mg/L	0,016	0,048	0,068
Mercurio (Hg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	24/08/2021	mg/L	0,02	0,05	3,87
Litio (Li)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0013	0,0034
Magnesio (Mg)	20237	24/08/2021	mg/L	0,002	0,012	8,127
Manganeso (Mn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,2265
Molibdeno (Mo)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0064
Sodio (Na)	20237	24/08/2021	mg/L	0,01	0,02	5,38
Níquel (Ni)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010
Plomo (Pb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0087
Antimonio (Sb)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0072
Selenio (Se)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0018
Silicio (Si)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,39	3,70
Estañio (Sn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0005	0,0005
Estroncio (Sr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00020	0,00049	0,8048
Titanio (Ti)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0005	0,0013	< 0,0005
Talio (Tl)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0042
Uranio (U)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0012
Vanadio (V)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004



## INFORME DE ENSAYO: 48638/2021

N° ALS LS	448107/2021-1.0					
Fecha de Muestreo	19/08/2021					
Hora de Muestreo	10:30:00					
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales					
Identificación	QMpla1					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Zinc (Zn)	20237	24/08/2021	mg/L	0,008	0,020	0,598

N° ALS LS	448107/2021-1.0					
Fecha de Muestreo	19/08/2021					
Hora de Muestreo	10:30:00					
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales					
Identificación	QMpla1					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes*	12146	20/08/2021	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
Escherichia coli*	7218	20/08/2021	NMP/100 mL	1,8	---	< 1,8
<b>017 ENSAYOS PARASITOLÓGICOS</b>						
Huevos de Helminths	16876	25/08/2021	Huevos/L	1	1	< 1

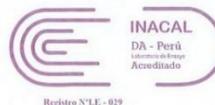
N° ALS LS	448108/2021-1.0					
Fecha de Muestreo	19/08/2021					
Hora de Muestreo	11:00:00					
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales					
Identificación	QMpla2					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	24/08/2021	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Bicarbonato	17591	25/08/2021	mg HCO <sub>3</sub> -/L	1,2	3,1	41,7
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	20/08/2021	mg/L	0,006	0,015	0,376
Cianuro Wad	11597	25/08/2021	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	12413	20/08/2021	mg/L	2	5	3
Demanda Química de Oxígeno	12336	25/08/2021	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	10
Detergentes Aniónicos	20496	21/08/2021	mg/L	0,002	0,020	< 0,002
Fenoles	11593	23/08/2021	mg/L	0,0008	0,0020	< 0,0008
Fósforo Total	10818	23/08/2021	mg P/L	0,007	0,018	0,053
Nitrógeno Amoniacal	11620	24/08/2021	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0,008	0,019	< 0,008
Nitrógeno Total	11636	25/08/2021	mg N/L	0,024	0,071	0,939
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Cloruros, Cl-	8100	20/08/2021	mg/L	0,061	0,200	5,780
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	20/08/2021	mg NO <sub>3</sub> -/L	0,009	0,023	1,663
Nitratos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	0,376
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	8100	20/08/2021	mg NO <sub>2</sub> -/L	0,015	0,038	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	20/08/2021	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	< 0,004
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	20/08/2021	mg/L	0,050	0,200	480,0
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS</b>						
Plata (Ag)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,011	0,081
Arsénico (As)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0001	0,0006	0,0046
Boro (B)	20237	24/08/2021	mg/L	0,003	0,012	0,021
Bario (Ba)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0006	0,0014	0,0226
Berilio (Be)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	24/08/2021	mg/L	0,10	0,25	200,2
Cadmio (Cd)	20237	24/08/2021	mg/L	0,00010	0,00025	0,00097
Cobalto (Co)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Cromo (Cr)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	24/08/2021	mg/L	0,0003	0,0009	0,0117
Hierro (Fe)	20237	24/08/2021	mg/L	0,016	0,048	0,123

### Anexo 3

### Resultados de monitoreo correspondientes al año 2020



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



FDT 001 - 01

**INFORME DE ENSAYO: 41604/2020**

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**

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

**MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA EN LA SUB CUENCA  
LLAUCANO**

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 14/09/2020

Karin Zelada Trigoso

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

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

Pág. 1 de 41

Revisión: 10  
Fecha de Revisión: 16/07/2019

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
[www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)



## INFORME DE ENSAYO: 41604/2020

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Tipo de Muestra

Identificación

346985/2020-1.0

11/08/2020

14:00:00

Aguas Superficiales

RTing1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	31/08/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad*	11597	29/08/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*	12413	29/08/2020	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	31/08/2020	mg O2/L	2	5	3
Detergentes Aniónicos*	20496	29/08/2020	mg/L	0,002	0,020	< 0,002
Sólidos Suspendidos Totales*	20242	01/09/2020	mg/L	3	5	< 3
Sulfuros	11652	29/08/2020	mg/L	0,0010	0,0020	< 0,0010
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Alcalinidad</b>						
Bicarbonato*	17591	28/08/2020	mg HCO3-/L	1,2	3,1	< 1,2
Carbonato*	17591	28/08/2020	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Ionica</b>						
Cloruros, Cl-	8100	29/08/2020	mg/L	0,061	0,200	0,104
Sulfatos, SO4-2	8100	29/08/2020	mg/L	0,050	0,200	15,80
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Ionica</b>						
Fosfatos, PO4-3*	7427	29/08/2020	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos (como P)*	7427	29/08/2020	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO3-*	7427	29/08/2020	mg NO3-/L	0,009	0,023	0,098
Nitratos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO3-N/L	0,002	0,005	0,022
Nitritos, NO2-*	7427	29/08/2020	mg NO2-/L	0,015	0,038	< 0,015
Nitritos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO2-N/L	0,004	0,010	< 0,004
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS</b>						
Plata (Ag)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,011	1,592
Arsénico (As)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001
Boro (B)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,012	< 0,003
Bario (Ba)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0426
Berilio (Be)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,25	4,29
Cadmio (Cd)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0023
Cromo (Cr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0041
Hierro (Fe)	20237	02/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,197
Mercurio (Hg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	02/09/2020	mg/L	0,02	0,05	0,32
Litio (Li)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	< 0,0007
Magnesio (Mg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,002	0,012	0,264
Manganeso (Mn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0072
Molibdeno (Mo)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Sodio (Na)	20237	02/09/2020	mg/L	0,01	0,02	0,84
Niquel (Ni)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0023
Fósforo (P)	20237	02/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,08
Plomo (Pb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0008
Antimonio (Sb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Selenio (Se)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,39	3,30
Estañio (Sn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0050
Estroncio (Sr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,02470
Titanio (Ti)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	< 0,0005
Talio (Tl)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004



## INFORME DE ENSAYO: 41604/2020

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

346985/2020-1.0  
11/08/2020  
14:00:00  
Aguas Superficiales  
RTing1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Uranio (U)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Vanadio (V)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Zinc (Zn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,015

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

346987/2020-1.0  
11/08/2020  
15:00:00  
Aguas Superficiales  
RTing2

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	31/08/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad*	11597	29/08/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*	12413	29/08/2020	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	31/08/2020	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	5
Detergentes Aniónicos*	20496	29/08/2020	mg/L	0,002	0,020	0,039
Sólidos Suspendidos Totales*	20242	01/09/2020	mg/L	3	5	< 3
Sulfuros	11652	29/08/2020	mg/L	0,0010	0,0020	< 0,0010
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Alcalinidad</b>						
Bicarbonato*	17591	28/08/2020	mg HCO <sub>3</sub> -/L	1,2	3,1	49,7
Carbonato*	17591	28/08/2020	mg CO <sub>3</sub> -2/L	0,6	1,5	< 0,6
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Cloruros, Cl-	8100	29/08/2020	mg/L	0,061	0,200	56,63
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	29/08/2020	mg/L	0,050	0,200	531,7
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3*	7427	29/08/2020	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos (como P)*	7427	29/08/2020	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -*	7427	29/08/2020	mg NO <sub>3</sub> -/L	0,009	0,023	50,92
Nitratos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	11,50
Nitritos, NO <sub>2</sub> -*	7427	29/08/2020	mg NO <sub>2</sub> -/L	0,015	0,038	1,789
Nitritos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	0,545
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS</b>						
Plata (Ag)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,078
Arsénico (As)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0038
Boro (B)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,028
Bario (Ba)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0224
Berilio (Be)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,25	213,9
Cadmio (Cd)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	0,00078
Cobalto (Co)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0246
Cromo (Cr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0088
Hierro (Fe)	20237	02/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,198
Mercurio (Hg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	02/09/2020	mg/L	0,02	0,05	8,18
Litio (Li)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0076
Magnesio (Mg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,002	0,012	5,425
Manganeso (Mn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,2175
Molibdeno (Mo)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0397
Sodio (Na)	20237	02/09/2020	mg/L	0,01	0,02	155,8
Níquel (Ni)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0033
Fósforo (P)	20237	02/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,09
Plomo (Pb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002



FDT 001 - 02

## INFORME DE ENSAYO: 41604/2020

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

346987/2020-1.0  
11/08/2020  
15:00:00  
Aguas Superficiales  
RTing2

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Antimonio (Sb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0024
Selenio (Se)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0244
Silicio (Si)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,39	7,00
Estaño (Sn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0009
Estroncio (Sr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,5652
Titanio (Ti)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0015
Talio (Tl)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Vanadio (V)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Zinc (Zn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,121

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

346990/2020-1.0  
11/08/2020  
15:30:00  
Aguas Superficiales  
RTing3

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	31/08/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad*	11597	29/08/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*	12413	29/08/2020	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	31/08/2020	mg O2/L	2	5	< 2
Detergentes Aniónicos*	20496	29/08/2020	mg/L	0,002	0,020	0,024
Sólidos Suspendidos Totales*	20242	01/09/2020	mg/L	3	5	3
Sulfuros	11652	29/08/2020	mg/L	0,0010	0,0020	< 0,0010
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Alcalinidad						
Bicarbonato*	17591	28/08/2020	mg HCO3-/L	1,2	3,1	< 1,2
Carbonato*	17591	28/08/2020	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl-	8100	29/08/2020	mg/L	0,061	0,200	46,95
Sulfatos, SO4-2	8100	29/08/2020	mg/L	0,050	0,200	498,1
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica						
Fosfatos, PO4-3*	7427	29/08/2020	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos (como P)*	7427	29/08/2020	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO3-*	7427	29/08/2020	mg NO3-/L	0,009	0,023	52,00
Nitratos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO3-N/L	0,002	0,005	11,75
Nitritos, NO2-*	7427	29/08/2020	mg NO2-/L	0,015	0,038	7,640
Nitritos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO2-N/L	0,004	0,010	2,326
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,119
Arsénico (As)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0023
Boro (B)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,027
Bario (Ba)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0357
Berilio (Be)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,25	196,0
Cadmio (Cd)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	0,00082
Cobalto (Co)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0159
Cromo (Cr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0148
Hierro (Fe)	20237	02/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,205
Mercurio (Hg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	02/09/2020	mg/L	0,02	0,05	5,41
Litio (Li)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0053

Pág. 4 de 41



## INFORME DE ENSAYO: 41604/2020

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

346996/2020-1.0  
11/08/2020  
16:30:00  
Aguas Superficiales  
Qlaem1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Carbonato*	17591	28/08/2020	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Ionica						
Cloruros, Cl-	8100	29/08/2020	mg/L	0,061	0,200	2,297
Sulfatos, SO4-2	8100	29/08/2020	mg/L	0,050	0,200	515,3
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Ionica						
Fosfatos, PO4-3*	7427	29/08/2020	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos (como P)*	7427	29/08/2020	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO3-*	7427	29/08/2020	mg NO3-/L	0,009	0,023	3,367
Nitratos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO3-N/L	0,002	0,005	0,761
Nitritos, NO2-*	7427	29/08/2020	mg NO2-/L	0,015	0,038	1,898
Nitritos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO2-N/L	0,004	0,010	0,578
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS						
Plata (Ag)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	0,00057
Aluminio (Al)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,011	1,684
Arsénico (As)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0540
Boro (B)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,009
Bario (Ba)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0167
Berilio (Be)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,25	257,1
Cadmio (Cd)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	0,00199
Cobalto (Co)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0129
Cromo (Cr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,5764
Hierro (Fe)	20237	02/09/2020	mg/L	0,016	0,048	4,472
Mercurio (Hg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	02/09/2020	mg/L	0,02	0,05	7,48
Litio (Li)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0044
Magnesio (Mg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,002	0,012	7,807
Manganeso (Mn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	2,174
Molibdeno (Mo)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0203
Sodio (Na)	20237	02/09/2020	mg/L	0,01	0,02	75,77
Níquel (Ni)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0061
Fósforo (P)	20237	02/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,08
Plomo (Pb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0039
Antimonio (Sb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0079
Selenio (Se)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0039
Silicio (Si)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,39	7,20
Estaño (Sn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0019
Estroncio (Sr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,8704
Titanio (Ti)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	< 0,0005
Talio (Tl)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0109
Uranio (U)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Vanadio (V)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Zinc (Zn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,458

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

346997/2020-1.0  
12/08/2020  
12:00:00  
Aguas Superficiales  
RHual1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	31/08/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad*	11597	29/08/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001





## INFORME DE ENSAYO: 41604/2020

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

347009/2020-1.0  
11/08/2020  
12:00:00  
Aguas Superficiales  
RTing6

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	31/08/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad*	11597	29/08/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*	12413	29/08/2020	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	31/08/2020	mg O2/L	2	5	4
Detergentes Aniónicos*	20496	29/08/2020	mg/L	0,002	0,020	< 0,002
Sólidos Suspendidos Totales*	20242	01/09/2020	mg/L	3	5	< 3
Sulfuros	11652	29/08/2020	mg/L	0,0010	0,0020	< 0,0010
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Alcalinidad</b>						
Bicarbonato*	17591	28/08/2020	mg HCO3-/L	1,2	3,1	210,9
Carbonato*	17591	28/08/2020	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Cloruros, Cl-	8100	29/08/2020	mg/L	0,061	0,200	16,05
Nitritos, (como N)	8100	29/08/2020	mg NO2-N/L	0,004	0,010	< 0,004
Sulfatos, SO4-2	8100	29/08/2020	mg/L	0,050	0,200	278,1
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3*	7427	29/08/2020	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos (como P)*	7427	29/08/2020	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO3-*	7427	29/08/2020	mg NO3-/L	0,009	0,023	6,416
Nitratos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO3-N/L	0,002	0,005	1,449
Nitritos, NO2-*	7427	29/08/2020	mg NO2-/L	0,015	0,038	< 0,015
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS</b>						
Plata (Ag)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,038
Arsénico (As)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0032
Boro (B)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,017
Bario (Ba)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0506
Berilio (Be)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,25	213,6
Cadmio (Cd)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	0,0040
Cobalto (Co)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0013
Cromo (Cr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0122
Hierro (Fe)	20237	02/09/2020	mg/L	0,016	0,048	0,159
Mercurio (Hg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	02/09/2020	mg/L	0,02	0,05	2,78
Litio (Li)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0032
Magnesio (Mg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,002	0,012	12,61
Manganeso (Mn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0780
Molibdeno (Mo)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0012
Sodio (Na)	20237	02/09/2020	mg/L	0,01	0,02	23,00
Níquel (Ni)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Fósforo (P)	20237	02/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,07
Plomo (Pb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Antimonio (Sb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0030
Selenio (Se)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0018
Silicio (Si)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,39	3,90
Estaño (Sn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0043
Estroncio (Sr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	1,232
Titanio (Ti)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0013
Talio (Tl)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0031
Uranio (U)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Vanadio (V)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Zinc (Zn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,075



## INFORME DE ENSAYO: 41604/2020

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

347010/2020-1.0  
11/08/2020  
10:30:00  
Aguas Superficiales  
RTing7

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	31/08/2020	mg/L	0,100	0,400	< 0,100
Cianuro Wad*	11597	29/08/2020	mg/L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*	12413	29/08/2020	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	31/08/2020	mg O2/L	2	5	3
Detergentes Aniónicos*	20496	29/08/2020	mg/L	0,002	0,020	< 0,002
Sólidos Suspendidos Totales*	20242	01/09/2020	mg/L	3	5	< 3
Sulfuros	11652	29/08/2020	mg/L	0,0010	0,0020	< 0,0010
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Alcalinidad</b>						
Bicarbonato*	17591	28/08/2020	mg HCO3-/L	1,2	3,1	177,7
Carbonato*	17591	28/08/2020	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Cloruros, Cl-	8100	29/08/2020	mg/L	0,061	0,200	15,89
Sulfatos, SO4-2	8100	29/08/2020	mg/L	0,050	0,200	297,9
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3*	7427	29/08/2020	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos (como P)*	7427	29/08/2020	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO3-*	7427	29/08/2020	mg NO3-/L	0,009	0,023	10,40
Nitratos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO3-N/L	0,002	0,005	2,348
Nitritos, NO2-*	7427	29/08/2020	mg NO2-/L	0,015	0,038	< 0,015
Nitritos, (como N)*	7427	29/08/2020	mg NO2-N/L	0,004	0,010	< 0,004
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP MS</b>						
Plata (Ag)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,011	0,082
Arsénico (As)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0001	0,0006	0,0170
Boro (B)	20237	02/09/2020	mg/L	0,003	0,012	0,013
Bario (Ba)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0413
Berilio (Be)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Bismuto (Bi)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,25	208,8
Cadmio (Cd)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00010	0,00025	0,00125
Cobalto (Co)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0019
Cromo (Cr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0012	< 0,0007
Cobre (Cu)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0003	0,0009	0,0589
Hierro (Fe)	20237	02/09/2020	mg/L	0,016	0,048	1,154
Mercurio (Hg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	02/09/2020	mg/L	0,02	0,05	3,40
Litio (Li)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0007	0,0013	0,0039
Magnesio (Mg)	20237	02/09/2020	mg/L	0,002	0,012	11,39
Manganeso (Mn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,4403
Molibdeno (Mo)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0023
Sodio (Na)	20237	02/09/2020	mg/L	0,01	0,02	25,69
Níquel (Ni)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010
Fósforo (P)	20237	02/09/2020	mg/L	0,05	0,13	0,08
Plomo (Pb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0009
Antimonio (Sb)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0036
Selenio (Se)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0006	0,0014	0,0032
Silicio (Si)	20237	02/09/2020	mg/L	0,10	0,39	4,10
Estaño (Sn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0005	0,0035
Estroncio (Sr)	20237	02/09/2020	mg/L	0,00020	0,00049	0,7720
Titanio (Ti)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0005	0,0013	0,0013
Talio (Tl)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0057
Uranio (U)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Vanadio (V)	20237	02/09/2020	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Zinc (Zn)	20237	02/09/2020	mg/L	0,008	0,020	0,246

## Anexo 4

### Resultados de monitoreo correspondientes al año 2018



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



FDT 001 - 01

**INFORME DE ENSAYO: 23027/2018**

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**

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

**MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA EN LA SUB CUENCA  
LLAUCANO - ALA CHOTANO LLAUCANO**

**Nota:** Original Nro. 02

Emitido por: Karin Zelada Trigoso - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 16/05/2018

Quím. Karin Zelada Trigoso  
CQP: 830  
Sup. Emisión Informes - Lima

Bigo. Luis Rodríguez Carranza  
CBP: 7856  
Sup. Microbiología - Lima

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

Pág. 1 de 9

Revisión: 09  
Fecha de Revisión: 23/05/2016

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
[www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)



## INFORME DE ENSAYO: 23027/2018

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

					208024/2018-1.0	208025/2018-1.0	208026/2018-1.0
					04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018
					10:30:00	12:20:00	13:20:00
					Aguas Superficiales RTing1	Aguas Superficiales RTing2	Aguas Superficiales RTing3
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ			
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>							
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Bicarbonato	17591	mg HCO3/L	1,2	3,1	< 1,2	3,5	64,2
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Cianuro Wad	11597	mg CN <sup>-</sup> /L	0,001	0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	5	< 2	< 2	8
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	< 2	< 2	9
Detergentes Aniónicos	12354	mg/L	0,01	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fósforo Total	10818	mg P/L	0,007	0,018	< 0,007	< 0,007	0,032
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0,024	0,071	0,032	5,44	11,3
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	< 2	4	5
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>							
Cloruros, Cl <sup>-</sup>	8100	mg/L	0,061	0,200	< 0,061	4,465	11,28
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	< 0,012	< 0,012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Nitratos, NO3 <sup>-</sup>	8100	mg NO3 <sup>-</sup> /L	0,009	0,023	0,124	8,566	24,99
Nitratos, (como N)	8100	mg NO3 <sup>-</sup> -N/L	0,002	0,005	0,028	1,935	5,645
Nitritos, NO2 <sup>-</sup>	8100	mg NO2 <sup>-</sup> /L	0,015	0,038	< 0,015	0,864	1,693
Nitritos, (como N)	8100	mg NO2 <sup>-</sup> -N/L	0,004	0,010	< 0,004	0,263	0,515
Sulfatos, SO4-2	8100	mg SO4-2/L	0,050	0,200	19,02	141,7	195,0
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	mg/L	0,006	0,015	0,028	2,198	6,160
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS</b>							
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	2,079	1,497	0,468
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00043	0,00255	0,00890
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	< 0,002	0,003
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0533	0,0278	0,0200
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	1,84	34,88	55,32
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	0,00280	0,00053
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00313	0,01460	0,00808
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,01139	0,12203	0,04413
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,2070	1,061	0,5419
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	0,42	3,45	6,08
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	0,0025	< 0,0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	0,164	2,685	2,242
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,00644	0,8195	0,18668
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	0,00704	0,03708
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	0,601	29,51	64,35
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0022	0,0080	0,0026
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0018	0,0023	0,0013
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	0,00095	0,00245
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	0,0068	0,0150
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0213	0,1563	0,2123
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	< 0,0002	0,0014	0,0017
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	0,00062	< 0,00002
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0761	0,7543	0,1077



## INFORME DE ENSAYO: 23027/2018

N° ALS LS					208024/2018-1.0	208025/2018-1.0	208026/2018-1.0
Fecha de Muestreo					04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018
Hora de Muestreo					10:30:00	12:20:00	13:20:00
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales RTing1	Aguas Superficiales RTing2	Aguas Superficiales RTing3
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ			
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>							
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100mL	1,8	---	---	---	< 1,8
Coliformes Termotolerantes*	12146	NMP/100mL	1,8	---	< 1,8	< 1,8	---
Escherichia coli	7218	NMP/100mL	1,8	---	---	---	< 1,8
Escherichia coli*	7218	NMP/100mL	1,8	---	< 1,8	< 1,8	---

N° ALS LS					208027/2018-1.0	208028/2018-1.0	208029/2018-1.0
Fecha de Muestreo					04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018
Hora de Muestreo					14:20:00	14:50:00	15:30:00
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales QSinc1	Aguas Superficiales QLaem1	Aguas Superficiales QTAm1
Identificación	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ			
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>							
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Bicarbonato	17591	mg HCO3/L	1,2	3,1	< 1,2	17,3	47,2
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	< 0,6	< 0,6
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	< 2	6	< 2
Detergentes Aniónicos	12354	mg/L	0,01	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fósforo Total	10818	mg P/L	0,007	0,018	0,349	0,052	< 0,007
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0,024	0,071	0,063	5,12	4,13
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	62	60	19
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>							
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	1,292	1,745	4,561
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	< 0,012	< 0,012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Nitratos, NO3-	8100	mg NO3-/L	0,009	0,023	0,240	2,480	3,301
Nitratos, (como N)	8100	mg NO3-N/L	0,002	0,005	0,054	0,560	0,746
Nitritos, NO2-	8100	mg NO2-/L	0,015	0,038	< 0,015	0,318	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	mg NO2-N/L	0,004	0,010	< 0,004	0,097	< 0,004
Sulfatos, SO4-2	8100	mg SO4-2/L	0,050	0,200	2001	547,8	761,6
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	mg/L	0,006	0,015	0,054	0,657	0,746
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS</b>							
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	0,001081	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	38,58	3,699	3,936
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	2,846	0,17831	0,00401
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,009	< 0,002	< 0,002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0069	0,0156	0,0243
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00325	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	260,0	184,6	301,6
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,09033	0,00706	0,00151
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,06522	0,01037	0,01044
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0127	0,0010	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	20,31	1,645	0,15411
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	313,6	21,90	0,8794
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	1,38	2,92	1,51
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0393	0,0041	0,0036
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	15,21	5,288	6,830
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	19,57	2,483	1,045
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00066	0,00650	0,00045
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	1,955	27,44	11,05
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0761	0,0092	0,0062
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1330	0,0129	0,0089



FDT 001 - 02

INFORME DE ENSAYO: 23027/2018

N° ALS LS					208027/2018-1.0	208028/2018-1.0	208029/2018-1.0
Fecha de Muestreo					04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018
Hora de Muestreo					14:20:00	14:50:00	15:30:00
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales Qsinc1	Aguas Superficiales QLaem1	Aguas Superficiales QTAmi1
Identificación							
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ			
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,03250	0,00421	0,00035
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	0,0067	0,0024	0,0025
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,6427	0,4915	0,6401
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0039	0,0022	0,0018
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	0,01640	0,00490	0,00036
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0133	0,0010	< 0,0001
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	19,38	1,675	0,2591
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS							
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100mL	1,8	---	< 1,8	< 1,8	< 1,8
Coliformes Termotolerantes*	12146	NMP/100mL	1,8	---	---	---	---
Escherichia coli	7218	NMP/100mL	1,8	---	< 1,8	< 1,8	< 1,8
Escherichia coli*	7218	NMP/100mL	1,8	---	---	---	---

N° ALS LS					208030/2018-1.0	208031/2018-1.0
Fecha de Muestreo					04/05/2018	04/05/2018
Hora de Muestreo					16:20:00	17:40:00
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales RTing5	Aguas Superficiales RHual3
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ		
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	< 1,0	< 1,0
Bicarbonato	17591	mg HCO3/L	1,2	3,1	1,9	40,7
Carbonato	17591	mg CO3-2/L	0,6	1,5	< 0,6	< 0,6
Cianuro Wad	11597	mg CN <sup>-</sup> /L	0,001	0,004	< 0,001	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOS)	12413	mg/L	2	5	< 2	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	7	9
Detergentes Aniónicos	12354	mg/L	0,01	0,03	< 0,01	< 0,01
Fósforo Total	10818	mg P/L	0,007	0,018	0,182	0,129
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0,024	0,071	5,43	0,723
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	93	59
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	< 0,0004
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruros, Cl <sup>-</sup>	8100	mg/L	0,061	0,200	24,94	2,131
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012	< 0,012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	< 0,004
Nitratos, NO3 <sup>-</sup>	8100	mg NO3 <sup>-</sup> /L	0,009	0,023	11,90	0,849
Nitratos, (como N)	8100	mg NO3-N/L	0,002	0,005	2,688	0,192
Nitritos, NO2 <sup>-</sup>	8100	mg NO2 <sup>-</sup> /L	0,015	0,038	< 0,015	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	mg NO2-N/L	0,004	0,010	< 0,004	< 0,004
Sulfatos, SO4-2	8100	mg SO4-2/L	0,050	0,200	666,1	280,5
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	mg/L	0,006	0,015	2,688	0,192
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	4,164	6,822
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,8093	0,01859
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,006	< 0,002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0264	0,0270
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	0,00047
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	237,1	98,40
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,02816	0,08290
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00655	0,01585
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0032	0,0007
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	1,933	0,6273
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	43,52	8,856
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	< 0,00003

## Anexo 5

### Panel fotográfico de trabajo de campo



# Anexo 6

## Plano de ubicación de los vertimientos mineros y puntos de control

