

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Efecto del efluente de la PTAR Totora en las  
truchas (*salmo trutta*) del río Pampas - Ayacucho**

Fray Jamper Medina Taype

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Ayacucho, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

**A** : FELIPE GUTARRA MEZA  
Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : José Vladimir Cornejo Tueros  
Asesor de tesis  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis  
**FECHA** : 13 de noviembre de 2023

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "EFECTO DEL EFLUENTE DE LA PTAR TOTORA EN LAS TRUCHAS (*Salmo trutta*) DEL RÍO PAMPAS - AYACUCHO", perteneciente al estudiante FRAY JAMPER MEDINA TAYPE, de la E.A.P. de INGENIERIA AMBIENTAL; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 7 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  N
  
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI  N   
(Nº de palabras excluidas: 0 )
  
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  N

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



---

José Vladimir Cornejo Tueros  
Asesor de tesis

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Fray Jamper Medina Taype, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70212873, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "EFECTO DEL EFLUENTE DE LA PTAR TOTORAEN LAS TRUCHAS (salmo trutta) DEL RIO PAMPAS - AYACUCHO", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

13 de Noviembre de 2023.



---

Fray Jamper Medina Taype

DNI. No. 70212873

# Tesis

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>7</b> %	<b>7</b> %	<b>2</b> %	<b>3</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.continental.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>repositorio.uigv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.uancv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1</b> %

10	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a> Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
12	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://unaj.edu.pe">unaj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe">repositorio.unapiquitos.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	Rubén Jerves-Cobo, Lorenzo Benedetti, Youri Amerlinck, Koen Lock et al. "Integrated ecological modelling for evidence-based determination of water management interventions in urbanized river basins: Case study in the Cuenca River basin (Ecuador)", Science of The Total Environment, 2020 Publicación	<1 %

19	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada Trabajo del estudiante	<1 %
20	es.unionpedia.org Fuente de Internet	<1 %
21	ltr.atu.ac.ir Fuente de Internet	<1 %
22	tdx.cat Fuente de Internet	<1 %
23	www.almas.com.mx Fuente de Internet	<1 %
24	id.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
28	José Marrugo-Negrete, Amado Navarro-Frómeta, Javier Ruiz-Guzmán. "Total mercury concentrations in fish from Urrá reservoir (Sinú river, Colombia). Six years of monitoring", Revista MVZ Córdoba, 2015 Publicación	<1 %

29 [repositorio.unc.edu.pe](http://repositorio.unc.edu.pe) <1 %  
Fuente de Internet

---

30 [repositorio.undac.edu.pe](http://repositorio.undac.edu.pe) <1 %  
Fuente de Internet

---

31 [repositorio.uniautonoma.edu.co](http://repositorio.uniautonoma.edu.co) <1 %  
Fuente de Internet

---

32 [www.ilustrados.com](http://www.ilustrados.com) <1 %  
Fuente de Internet

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios; por cuidarme, protegerme, guiarme y darme las fuerzas necesarias para salir adelante.

## **DEDICATORIA**

Esta presente tesis está dedicada como gratitud primordial a mis padres, quienes, día y noche, se sacrificaron para brindarme el bienestar necesario y, de esa manera, salir adelante. También, está dedicada a mis hermanos y demás familiares, que me apoyaron y son el motor de mi aprendizaje académico.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	2
DEDICATORIA .....	3
INDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	9
SUMMARY .....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO I.....	12
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	12
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	12
1.1.1. Planteamiento del Problema .....	12
1.1.2. Formulación del Problema .....	13
a. Problema general .....	13
b. Problemas específicos.....	13
1.2. Objetivos .....	13
1.2.1. Objetivo General.....	13
1.2.2. Objetivos Específicos.....	13
1.3. Justificación e importancia.....	13
1.3.1. Aspecto Ambiental .....	13
1.3.2. Aspecto social.....	14
1.3.2. Aspecto económico.....	14
1.4. Hipótesis .....	14
1.4.1. Hipótesis general .....	14
1.4.2. Hipótesis específicas .....	14
1.5. Descripción de Variables.....	15
1.5.1. Variable independiente .....	15

1.5.2. Variable dependiente .....	15
CAPÍTULO II.....	16
MARCO TEÓRICO .....	16
2.1. Antecedentes del Problema.....	16
2.2 . Bases teórica.....	18
2.2.1. Generalidades sobre Trucha ( <i>Salmo trutta</i> ) .....	18
2.2.2. Distribución de la trucha.....	18
2.2.3. Morfología de la trucha .....	18
2.2.4. Alimentación de la trucha.....	19
2.2.5. Formas de penetración .....	20
2.2.6. Parámetros físicos químicos del agua.....	21
2.2.7. Metales pesados.....	22
2.3. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) .....	24
2.4. Definición de términos básicos .....	25
CAPÍTULO III.....	27
METODOLOGÍA .....	27
3.1. Método y alcance de la investigación .....	27
3.1.1. Métodos de la investigación.....	27
3.1.2. Alcance de la Investigación.....	27
3.2. Diseño de investigación.....	28
3.3.Población y muestra .....	29
3.3.1. Población.....	29
3.3.2. Muestra.....	29
3.4..Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.4.1. Recolección de muestra de truchas .....	29
3.4.2. Recolección de muestra de agua .....	31

CAPÍTULO IV .....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Resultado de la investigación .....	33
4.1.1. Resultado de la concentración cadmio en las truchas que reciben el efluente de la PTAR Totorá .....	33
4.1.2. Resultado de los niveles de cadmio en el río Pampas que recibe el efluente de la PTAR Totorá .....	38
4.1.3. Resultado de las características fisicoquímicas del agua del río Pampas después de la descarga del efluente de la PTAR Totorá.....	40
4.2. Contrastación de hipótesis .....	40
4.3. Discusión de resultados.....	42
CONCLUSIONES .....	46
RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Concentración de cadmio en truchas del río Pampas.....	35
<b>Figura 2.</b> Concentración de Mercurio (mg/L) en truchas en el río Pampas.....	36
<b>Figura 3.</b> Concentración de Plomo (mg/L) en truchas en el río Pampas .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Concentración de cadmio (mg/kg) en truchas en el río Pampas.....	33
<b>Tabla 2.</b> Niveles de mercurio (mg/kg) en truchas en el río Pampas .....	33
<b>Tabla 3.</b> Niveles de plomo (mg/kg) en truchas en el río Pampas .....	33
<b>Tabla 4.</b> Concentración de cadmio, mercurio y plomo (mg/L) .....	34
<b>Tabla 5.</b> Análisis físico químico del agua del río Pampas.....	35
<b>Tabla 6.</b> Estadísticos de los niveles de cadmio (mg/L) en la trucha .....	36
<b>Tabla 7.</b> Estadísticos de los niveles de mercurio (mg/L) en la trucha.....	37
<b>Tabla 8.</b> Estadísticos de los niveles de la concentración de Plomo (mg/L) en la trucha .....	38
<b>Tabla 9.</b> Estadísticos de los niveles de la concentración de Cadmio (mg/l) en el agua d .....	38
<b>Tabla 10.</b> Estadísticos de los niveles de la concentración de Mercurio (mg/L) en el agua .....	39
<b>Tabla 11.</b> Estadísticos de los niveles de concentración de Plomo (mg/L) en el agua ..	39
<b>Tabla 12.</b> Valores físicos y químicos del agua del río Pampas.....	40
<b>Tabla 13.</b> Comparativo entre las cantidades de metales pesados en la trucha con los ECA (mg/L).....	40
<b>Tabla 15.</b> Concentración promedio de Cadmio, Mercurio y Plomo en el análisis del agua del río Pampas.....	41
<b>Tabla 16.</b> Reporte del Comparación del análisis químico y físico del agua procedente del río Pampas (ECA - MINAM) .....	41

## RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como objetivo de investigación determinar el efecto de las aguas residuales procedentes de la PTAR Totora en las truchas (*Salmo trutta*) del río Pampas – Ayacucho. El diseño de la investigación es cuasi experimental porque el investigador participa en la manipulación de la variable independiente; así mismo, la muestra de truchas y agua se obtuvo del río Pampas que recibe el efluente de la PTAR Totora Ayacucho. Se utilizó el método hipotético deductivo experimental. La recolección de la trucha (*Salmo trutta*) se realizó del mercado del distrito de Jesús Nazareno: 2 repeticiones con un rango de tiempo de 15 días; Estas muestras se colocaron en bolsas rotuladas de ziploc sobre hielo dentro de un recipiente para su conservación a una temperatura de cuatro grados centígrados para luego enviarlas al centro de diagnóstico. La recolección del agua del río Pampas se realizó en tres puntos de monitoreo. Para ello, se utilizaron envases estériles que se enjuagaron de manera repetitiva 2 veces. La recolección se hizo contra corrientes y las muestras se colocaron en un cooler para llevarlas al laboratorio. Se determinó que los efluentes de la PTAR Totora no tiene un impacto significativo en la calidad del agua del río Pampas - Ayacucho, en este estudio se demostró que las truchas expuestas a los efluentes de la PTAR Totora no presentan cambios significativos en su morfología y fisiología.

**Palabra clave:** Bioacumulación, trucha, PTAR, cadmio, mercurio, plomo

## SUMMARY

The research work, has as research objective is to determine the effect of wastewater from the Totora WWTP on trout (*Salmo trutta*) of the Pampas - Ayacucho river, the research design is quasi-experimental because the researcher participates in manipulation of the independent variable; likewise, the sample of trout and water was obtained from the Pampas river that receives the effluent from the Totora Ayacucho WWTP; the hypothetical deductive experimental method was used. Trout (*Salmo trutta*) were collected from the Jesús Nazareno district market, 2 repetitions were collected with a time range of 15 days; The samples were placed in labeled ziploc bags and placed on ice in a container for preservation at a temperature of four degrees Celsius to then be sent to the diagnostic center. The collection of the water from the Pampas River was carried out at three monitoring points, for this, sterile containers were used that were rinsed repeatedly 2 times, the collection was done against the current and they were placed in a cooler to take it to the laboratory. It was determined that the effluents of the reed WWTP do not have a significant impact on the water quality of the Pampas - Ayacucho river, in this study it was shown that the trout exposed to the effluents of the reed WWTP do not present significant changes in their morphology and physiology.

**Keyword:** Bioaccumulation, trout, WWTP, cadmium, mercury, lead

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua es uno de los problemas ambientales más importantes en todo el mundo. En Perú, la calidad del agua, en muchos ríos y cuerpos de agua, ha sido afectada por la descarga de aguas residuales sin tratamiento. En este contexto, la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Totorá, ubicada en la provincia de Huamanga, Ayacucho, ha sido una solución para mejorar la calidad del agua del río Pampas, uno de los principales afluentes del río Apurímac y un importante recurso hídrico para la región.

Sin embargo, a pesar de que la PTAR Totorá ha mejorado la calidad del agua del río Pampas, es necesario evaluar si el efluente de esta planta puede afectar a las especies acuáticas presentes en el río, como la trucha (*Salmo trutta*). La trucha es una especie muy valorada por su sabor y por su importancia económica en la región. Además, es una especie sensible a la calidad del agua, por lo que puede ser utilizada como bioindicador de la calidad del agua en la zona.

Por lo tanto, el objetivo de esta tesis es calcular el efecto de los efluentes de la PTAR Totorá en las truchas (*Salmo trutta*) y el agua del río Pampas – Ayacucho. Para ello, se realizará un muestreo de las truchas en diferentes puntos del río. Se evaluarán parámetros físico - químicos del agua, así como la presencia de contaminantes en los tejidos de las truchas.

En resumen, esta tesis pretende aportar información relevante sobre la calidad del agua en el río Pampas y el efecto del efluente de la PTAR Totorá en la salud y la capacidad reproductiva de las truchas. Con esta información, se podrán tomar medidas necesarias para proteger a la especie y preservar el recurso hídrico en la región.

La tesis desarrolla 4 capítulos. En el primero, se realiza el planteamiento y formulación del problema, los objetivos, la justificación e importancia del trabajo de investigación, la hipótesis y la descripción de variables. En el segundo capítulo se trabaja el marco teórico. El tercer capítulo se ocupa de la metodología y, finalmente, el capítulo cuatro trata de los resultados y discusión.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del Problema

La problemática que aqueja a nuestra sociedad de hoy en día; aparte del aspecto económico y social, es la contaminación ambiental, la cual genera daños significativos en el medio ambiente. En contraste, la densidad de la población mundial va en aumento y reacciona buscando una solución mejorando sus estilos de vida, realizando gestiones amigables al medio ambiente, creando leyes de protección ambiental, entre otras, pero no son suficientes.

Se entiende la contaminación ambiental como el proceso de cambio y alteración de los parámetros biológicos, químicos y físicos del componente ambiental por la introducción de alguna sustancia tóxica de actividad humana o natural en un tiempo y espacio determinados.

La PTAR de Ayacucho viene siendo afectado por el crecimiento demográfico en la ciudad, haciendo que el agua a ser tratada sea cada vez mayor; es decir, ingresa mayor caudal en la planta. Además, a esto se le añade el mal uso de los sistemas de alcantarillado por parte de los ciudadanos. Dichos habitantes, en algunas ocasiones, usan el sistema de alcantarillado como botaderos de residuos sólidos y/o componentes; todo ello, a falta de una educación ambiental y, sobre todo, a la falta de conciencia cívica. En tal sentido, las poblaciones que viven río abajo asumen que las truchas que pescan para su consumo y comercialización están contaminadas por metales pesados que provienen de los afluentes de la PTAR. Del mismo modo, los consumidores finales como turistas y visitantes tienen esta percepción, por lo que, estos últimos años, la demanda por este moviente fluvial ha disminuido.

## 1.1.2. Formulación del Problema

### a. Problema general

¿Cuál es el efecto de los efluentes de la PTAR Totora en las truchas (*Salmo trutta*) y el agua del río Pampas – Ayacucho?

### b. Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de plomo, mercurio y cadmio en las truchas (*Salmo trutta*) que recibe el efluente de la PTAR Totora?
- ¿Cuál es la concentración de plomo, mercurio y cadmio del agua del río Pampas que recibe el efluente de la PTAR Totora?
- ¿Cuáles son los parámetros físico - químicos del agua del río Pampas después de la descarga del efluente de la PTAR Totora?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo General

El objetivo general es calcular el efecto de los efluentes de la PTAR Totora en las truchas (*Salmo trutta*) y el agua del río Pampas – Ayacucho.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Calcular la concentración de plomo, mercurio y cadmio en *Salmo trutta* que recibe el efluente de la PTAR Totora
- Calcular la concentración de plomo, mercurio y cadmio en las aguas del río Pampas que recibe el efluente de la PTAR Totora.
- Determinar las características fisicoquímicas del agua del río Pampas después de la descarga del efluente de la PTAR Totora.

## 1.3. Justificación e importancia

### 1.3.1. Aspecto Ambiental

Se busca describir el impacto negativo que ocasionan los efluentes de la PTAR Totora en las aguas del río Pampas y que afectan a las especies de la flora y fauna, como la trucha (*Salmo trutta*), que se ve impactada por la bioacumulación de

concentraciones de plomo, mercurio y cadmio. Así mismo, se busca observar cómo influye en las propiedades fisicoquímicas del agua del río debido a que altera el hábitat natural de esta especie animal.

### **1.3.2. Aspecto social**

La población que vive en la influencia del proyecto de investigación participa de diferentes actividades sociales en distintas fechas festivas. Allí consumen, de forma masiva, la trucha, en diversos platillos. Por ello, será un aporte la obtención de resultados que muestren si la concentración de metales pesados se encuentra dentro de los límites máximos permitidos.

### **1.3.2. Aspecto económico**

Se relaciona, de manera directa, con el consumo de la trucha por parte de los consumidores finales quienes están aminorando el consumo de este pez. Además, las ventas a las localidades del entorno han disminuido debido a las efluentes que recibe el río arriba el Pampas. En tal sentido, realizar este trabajo de investigación va servir para demostrar o rechazar la hipótesis de investigación.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

El efluente de la PTAR Totora afecta las truchas (*Salmo trutta*) y el agua del río Pampas por las concentraciones de plomo, mercurio y cadmio.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- Las truchas (*Salmo trutta*) presentan niveles altos de concentración de plomo, mercurio y cadmio por el efluente de la PTAR Totora.
- Las aguas del río Pampas presentan niveles altos de concentración de plomo, mercurio y cadmio por el efluente de la PTAR Totora.
- El análisis químico y físico de las aguas del río Pampas superan los ECAS por influencia del efluente de la PTAR Totora.

## **1.5. Descripción de Variables**

### **1.5.1. Variable independiente**

Efluentes de tratamiento de la PTAR.

### **1.5.2. Variable dependiente**

Trucha (*Salmo trutta*).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del Problema

**Se puede considerar primero el trabajo de tesis titulado** “Bioacumulación de plomo y cadmio en el tejido muscular de la especie *salmo trutta* (trucha) procedentes de 3 ríos de la provincia de Espinar, Cusco – 2020”, (1), tiene como **objetivo** evaluar la presencia de metales pesados en truchas de tres ríos en la Provincia de Espinar – Cusco. El **método** que se ha empleado es el estudio transversal descriptivo, planificando dos momentos, uno, en campo, recolectando muestras vivas y otro, en gabinete, procesando las muestras mediante análisis de laboratorio. Las conclusiones de dicha investigación fueron que la concentración de plomo es diferente en cada río de la provincia de Espinar. De este modo, en el río Pichigua, se observa que existe mayor bioacumulación en truchas maduras que en los alevinos; por el contrario, en los ríos Salado y Cañipia, no se produce la bioacumulación desde el punto de vista estadístico; por lo que, en todos los ríos, los niveles de plomo están por debajo de los ECAS. Por el contrario, se observa que la concentración de cadmio si supera los ECAS en los ríos Cañipia y Pichigua.

**En segundo lugar, consideramos importante la tesis titulada:** “Bioacumulación por mercurio y plomo en el tejido muscular trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*) en el río Salado, Pallpata 2021.” (2), cuyo **objetivo** fue calcular la concentración de metales pesados de plomo y mercurio en la trucha arcoíris que viven en el río Salado - Pallpata. **El método que se empleó** fue el enfoque es cuantitativo, tipo básico, no experimental. El estudio se centra en medir el Pb y Hg en muestras vivas de trucha en un determinado momento. Se llega, así, a las siguientes **conclusiones:** las concentraciones de metales pesados en el tejido de las truchas no supera lo establecido en el reglamento, por lo que son apropiadas para el consumo humano.

**En tercer lugar, se tiene a la tesis titulada** “Determinación de metales pesados por espectrofotometría de absorción atómica en truchas arcoíris “*oncorhynchus mykiss*” del río Chiapuquio de Ingenio – Huancayo” (3), que presenta como **objetivo** calcular el valor de los metales pesados en el agua y truchas arcoíris en el río Chiapuquio. El método es correlacional transversal, de tipo

cuantitativo y experimental y llega a las siguientes conclusiones: que los valores de los tejidos de trucha no superan los estándares al ser comparados con la normativa europea y el Codex alimentarius. Por el contrario, las aguas del río Chiapuquio supera los valores de plomo y cadmio al ser comparadas con los estándares del Ministerio de Ambiente. **En cuarto lugar, se considera el artículo científico, titulado** “Determinación de arsénico y plomo en truchas (*oncorhynchus mykiss*), piensos y agua de piscigranjas del distrito de Pachangara, provincia de Oyón región Lima(4), que presenta como **objetivo** calcular la cantidad de arsénico y plomo en la trucha, agua y pienso en las piscigranjas del distrito de Pachangara, Provincia de Oyón-Lima. **En cuanto a los métodos utilizados fueron** el método exploratorio y observacional, donde se usó el espectrofotómetro de absorción atómica para analizar las diferentes muestras. Como conclusiones se obtuvieron que las concentraciones de arsénico y plomo son contrarios respecto a los estándares. Así, el arsénico reporta valores por debajo de los límites máximos permisibles en la trucha, pienso y agua. Por el contrario, el plomo se encuentra por encima de los ECAS en el agua y la trucha y no así en el pienso.

**En penúltimo lugar, consideramos la tesis titulada** “Evaluación de los niveles de concentración de metales pesados en las aguas del río Motil de la provincia de Otuzco” (5), cuyo objetivo fue calcular la cantidad de metales pesados del centro piscícola que recibe agua del río Motil donde se produce trucha arco iris para cría y consumo humano en la región Libertad. El método utilizado fue observacional, cualitativo, descriptivo y no experimental. Como **conclusiones, se obtuvieron que** las concentraciones de arsénico, hierro, plomo, zinc y mercurio se encuentran por debajo de los estándares fijados en el decreto supremo 002 del Ministerio del Ambiente, lo mismo se observa en el cobre y el cianuro cuyas concentraciones son menores a 0.01 mg/L.

**Finalmente, se considera importante mencionar la tesis titulada:** “Estudio de la concentración de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces y su comparación con las normativas SANIPES, OMS y la Unión Europea” (6). Este trabajo tuvo como objetivo investigar la presencia de diferentes metales pesados en diversas especies de peces para luego realizar la comparación con la normativa vigente y utilizó el **método de:** estudio monográfico de información secundaria con investigaciones similares de trabajos previos sobre metales pesados como arsénico, mercurio, plomo y cadmio. Así, obtuvo como conclusiones que la mayor concentración de plomo (2.18 mg/kg) fue reportado por la especie *Hypostomus oculus* superando los estándares de la Unión Europea OMS y SANIPES.

## **2.2 . Bases teóricas.**

### **2.2.1. Generalidades sobre trucha (*Salmo trutta*)**

La crianza de los animales marinos en agua dulce y salada se ha incrementado de manera exponencial en diferentes lugares, el nombre común de las truchas representa a un conjunto de especies de peces que viven en lagos y ríos y pertenecen a los géneros *Oncorhynchus*, *Salmo* y *Salvelinus* pertenecientes a la familia *Salmopnidae*. La mayoría de las truchas pasa su ciclo de vida en el agua dulce pero existen excepciones como el género *Steelhead*, que viven en el mar por un período de 2 o 3 años para luego regresar a los ríos y lagos para desovar. Las truchas arco iris no desarrollan su ciclo de vida en aguas dulces. Aparte del hombre, las truchas alimentan a otros animales como los osos pardos las águilasy distintos animales (7).

La trucha (*Salmo trutta*) pertenece al reino animal; filo Chodata; clase Actinopterygii; orden Salmoniforme; familia Salmonidae; genero *Salmo* y Especie: *Salmo trutta*.

### **2.2.2. Distribución de la trucha**

Las truchas se clasifican en 3 géneros dentro de la subfamilia salmoninae. Se encuentra distribuida en distintos lugares, como el género *salmo* en el Atlántico, el el género *Salmo* considera a especies que se encuentran en el Atlántico, el *Oncorhynchus* considera a diferentes especies que se localizan en el Pacífico y el *Salvelinus* son los peces llamados char, así mismo se considera a las truchas híbridas (7).

### **2.2.3. Morfología de la trucha**

Las truchas utilizan una variación en la coloración de la piel a manera de camuflaje que se va adaptando a los diferentes ambientes que viven, varía de acuerdo con el hábitat en que se encuentra (8).

La coloración de las truchas varía en intensidad cuando están en época de reproducción, mostrando un color intenso en extremo, su apariencia es diferenciada cuando no están en temporada. El color intenso se muestra en peces que están a punto de reproducirse, Asimismo, la coloración varía entre una trucha que regresa del mar y una que se encuentra en arroyos, lagos o ríos. Así, las truchas recién regresadas del mar tienen un color plateado en comparación de las que viven en agua dulce, cuya coloración es más marcada y viva. No obstante, no es posible delimitar un color específico que identifique a una raza, pero, en las truchas de vida libre en los arroyos, lagos y ríos la coloración es más viva en comparación a las que están en cautiverio (9).

La trucha presenta una pequeña aleta adiposa que se encuentra en toda la extensión de la espalda culminando cerca de la cola. Asimismo, cuenta con aletas sin espinas; al lado del ano se encuentran las aletas pélvicas; a su vez, realiza el fisóstoma, que es la capacidad de tragar o expulsar rápidamente el aire gracias a la vejiga natatoria que está conectada al esófago. La trucha tiene la característica única de que usa sus branquias en comparación de otros peces que usan su vejiga como un dispositivo auxiliar para oxigenar su cuerpo. A pesar de que se observan diferencias morfológicas, los reportes genéticos no muestran diferencias significativas en los diferentes grupos de truchas. Por lo tanto, las diferencias son mínimas y mucho menores en cuanto a distinciones genéticas (10).

Por ello, existen truchas con diferencias morfológicas muy marcadas en cuanto a caracteres físicos y de color; no obstante, al hacer el análisis molecular genético, pertenecen a la misma especie. Esto se observa en la trucha de plata, la trucha aurora y la trucha arroyo que pertenecen a la especie *Salvelinus fontinalis* (11).

El ciclo de vida de las truchas varía de acuerdo al hábitat en el cual viven. La trucha del lago es más longeva y vive mucho más años que las truchas arcoíris que reportan 7 años de vida en promedio (9).

#### **2.2.4. Alimentación de la trucha.**

La dieta de la trucha es diferenciada de acuerdo con la edad que

presenta, los adultos caza peces pequeños de 1/3 de su longitud, camarones, gusanos de la harina, insectos, anguilas, larvas de moscos, moscas, libélulas y moluscos; asimismo, en los lagos diferentes especies teso Platón forman parte de su alimentación, por lo general una trucha de 300 mm es un depredadores carnívoros que se alimenta de otros peces (9).

La trucha se alimenta de diferentes fuentes nutricionales; Por lo que or l es considerada una especie eurífaga. Sumado a ello, se caracteriza por su rápida adaptación a diferentes entornos acuáticos donde se alimenta de diversas fuentes alimenticias, caza otros animales invertebrados que viven en el agua o en el continente (12).

La trucha es carnívora porque se alimenta de anguilas marinas, insectos voladores que se encuentran en las orillas de las fuentes de agua. A su vez, se alimentan de camarones, almejas, frigateas, dípteros, entre otros (13).

Las truchas que viven en lagos, lagunas o fuentes estancadas se alimentan, en gran parte, dell zooplacton, pero, cuando crecen y logran tener 35 cm de largo, se alimentan específicamente de otros peces, lagartijas, ranas, reptiles, mamíferos bastante pequeños (14)

#### **2.2.5. Formas de penetración**

El ingreso a la trucha se produce por diferentes vías, siendo las más importante; por las branquias, como la vía más directa de contaminación. Así mismo, el ingreso de los metales pesados se produce por la ingestión directa de alimentos y, finalmente, la otra vía es la superficie corporal que permite el ingreso al interior de la trucha (15).

En los ríos, lagos y lagunas los metales pesados ingresan por 3 vías, el primero es el medio atmosférico. Esto se origina de la combustión fósil y la fundición de los metales producidos por actividad humana o provenientes de procesos naturales. Otro medio de ingreso se origina por la filtración de contaminantes que provienen de minas, precipitación pluvial, residuos en descomposición y otros factores que se desarrollan en la naturaleza (16).

Las rutas de exposición a los metales pesados se dan mediante la ingestión directa de alimentos contaminados, cuando se produce contacto de la piel y el sistema respiratorio del pez con el agua (17)

## **2.2.6. Parámetros físicos químicos del agua**

### **a. Oxígeno disuelto**

Los peces respiran captando el oxígeno disuelto a través de las branquias, luego pasa a la sangre para llegar a al corazón para luego ser expelido a todo el sistema circulatorio. Por lo tanto, el oxígeno requerido por la trucha no debe ser menor a 5,5 mg/l con 60 % de saturación de oxígeno para evitar la asfixia. El oxígeno disuelto está influido por la presión atmosférica y la variación de la temperatura del agua. Sumado a ello, las sales con que cuenta el agua facilitan la presencia del oxígeno disuelto, por lo que el oxígeno se relaciona de manera inversa con la temperatura y la menor presión atmosférica influye en la cantidad de oxígeno (18).

### **b. Temperatura**

La temperatura es un parámetro físico importante para el crecimiento de adecuado de la trucha. Cuando este parámetro presenta limitantes, afecta directamente el normal crecimiento y desarrollo del pez. La temperatura óptima es de 15 a 16 °C, pudiendo fluctuar entre rangos de 11 a 16 °C, ya que, por debajo de estos límites, el crecimiento y desarrollo se hace lento; por el contrario, a mayores temperaturas existe el riesgo de ataque de enfermedades. En truchas en producción de alevinos la temperatura óptima es 8 a 10 °C (19).

### **c. El pH**

El pH del agua influye de manera directa en la regulación del metabolismo de la trucha, siendo el óptimo entre 7 a 8 de pH. Las aguas con valores superiores a 9 no son aptas para la crianza de la trucha. Esto mismo ocurre cuando el pH es inferior a 6, pues este parámetro debe estar estabilizado, si existen fluctuaciones en sus valores, puede causar hemorragias en las branquias y producir mortalidad (19).

#### **d. Alcalinidad**

Es un parámetro que se relaciona con el pH del agua, lo conforman carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, que influyen en la alcalinidad del agua y cuya presencia es necesaria para que el pH esté sobre 7. De esta manera, se mantiene en un valor constante, tomando en cuenta que el valor óptimo es de 80 a 180 ppm (20).

#### **e. Dureza Total**

Está determinada por la presencia de calcio y magnesio, por lo que el rango óptimo para el crecimiento adecuado de las truchas es de 60 a 300 ppm. En ese sentido, el calcio influye en el crecimiento de los peces y no es conveniente que el nivel de la dureza sea baja porque influye en la capacidad de tamponar el agua (20).

#### **f. Dióxido de carbono**

Este parámetro debe mantenerse por debajo de los 2 ppm, ya que cantidades superiores afectan la presencia del oxígeno disuelto y de manera directa el pH del agua lo que impacta en el desarrollo de los peces (19).

#### **g. Turbidez**

Este parámetro afecta el desarrollo de los alevinos de trucha, causa problemas branquiales, por lo que estos peces prefieren aguas cristalinas. La turbidez se origina por la presencia de partículas suspendidas que provienen de la percolación del suelo, vegetación adyacente, plancton, provocando una menor absorción de oxígeno de parte de los peces (20).

### **2.2.7. Metales pesados**

#### **a. Plomo**

El plomo es un metal maleable que se caracteriza por tener una densidad fuerte y un bajo punto de fusión, cuando cristaliza lo realiza en octaedros. Una de sus características es la mancha gris que deja en un papel blanco, el color del metal es gris azulado, cuando es reciente tiene

un brillo característico en la superficie, es blando (4).El plomo es un metal acumulativo denso y tóxico, su densidad es de 11.85 en comparación a otros metales es el valor más alto (6).

Al contacto con el aire, el plomo se oxida de manera superficial. Como consecuencia de ello, quita el brillo a los metales, dicha reacción permite proteger al metal de oxidaciones posteriores, el recubrimiento es de color gris de óxido de plomo (21).

El plomo tiene una reacción toxicocinética en los organismos, por lo que se puede penetrar por absorción por 3 vías de exposición: la vía cutánea, la ingestión y la inhalación. El ingreso por la vía respiratoria es uno de los más importantes en el medio laboral, porque se absorben por las vías respiratorias vapores y polvos que contienen partículas microscópicas de plomo y se acumula en el alveolo el 50 % de las partículas y, de estas, se absorben el 90 %. Por la vía cutánea, el plomo se absorbe a través de las estructuras del tejido adiposo de la piel lo que desemboca directamente al torrente circulatorio. Por la vía digestiva, ingresa por la ingesta directa de alimentos contaminados con plomo por efecto de la polución, niños que meten a la boca objetos pintados con plomo, otra forma es cuando se traga el moco con plomo retenido de los bronquios y la nasofaringe. Por ese motivo, los infantes reciben mayor intoxicación porque ingieren el 50 % de este metal en comparación a los adultos que solo absorben el 10 % (21).

Dentro del organismo, el plomo se absorbe en el tejido óseo constituyendo del 80 al 90 % de almacenamiento en el organismo y permanece almacenado en los huesos por un periodo de 20 a 30 años. El segundo lugar de absorción es el riñón y el hígado donde se mantiene por un periodo de 40 días y, finalmente, el plomo se absorbe en la sangre y se encuentra por un periodo de 35 días (4)

## **b. Cadmio**

Es un metal muy tóxico que contamina el medio ambiente, el origen de contaminación se le asocia a la industria y se caracteriza por presentar efectos tóxicos para los humanos, los animales y el ecosistema, genera intoxicación, por su gran capacidad de desplazamiento usando

movimiento pasivo es persistente en los diferentes ecosistemas y fuentes de agua (22).

El cadmio se obtiene como resultado de la reacción metalúrgica en el tratamiento del zinc y el plomo. Por ello, se usa el sulfuro de cadmio que se origina en el proceso el óxido de cadmio que es muy tóxico (22).

El cadmio ingresa al organismo por dos vías muy marcadas. La primera es por el sistema respiratorio y constituye la mayor absorción. Así del total, ingresa al organismo del 25 al 50 %; entre tanto, la mayor intoxicación se produce cuando se ingiere a través de sistema digestivo. Entonces, el organismo absorbe del 5 al 20% del total, teniendo mayor efecto cuando la persona esta deficiente en calcio, zinc, proteínas, hierro y acido fítico (23).

Las fuentes de agua se pueden contaminar con cadmio cuando existen fugas en desechos peligrosos, aguas residuales domésticas e industriales. Las tuberías construidas con cadmio son fuente de contaminación afectando a peces, mariscos y crustáceos, las fuentes de agua contaminadas reportan concentraciones de 0.14 mg de Cd por litro (23).

### **c. Mercurio**

El mercurio contamina las fuentes de agua por su concentración muy tóxica. En la naturaleza el mercurio proviene de las rocas erosionadas y por rocas volcánicas. De igual forma, el mercurio produce actividad antrópica en la industria del plástico, minería y metalurgia. El mercurio se encuentra como metal mercurio y es así como se acumula en el tejido de los peces, esta bioacumulación representa problemas de salud en la población humana (24).

## **2.3. Estándares de Calidad Ambiental (ECA)**

Los estándares de calidad ambiental (ECA) son normas o criterios establecidos para evaluar y regular la calidad del medio ambiente en términos de sus componentes físicos, químicos y biológicos. Estos estándares se utilizan como referencia para medir y controlar los niveles de contaminación y otros impactos ambientales con el fin de proteger la salud humana y el ecosistema (25). Los estándares de calidad ambiental

son criterios establecidos por los organismos reguladores para limitar la concentración o la cantidad de sustancias químicas, biológicas o físicas en el medio ambiente que podrían ser perjudiciales para la salud humana, la flora y la fauna. Estos estándares se aplican en diferentes sectores, como la industria, la agricultura, el transporte y la gestión de residuos, con el objetivo de prevenir la contaminación y minimizar los impactos negativos en los ecosistemas y la salud de las personas (26)

Los estándares de calidad ambiental son "criterios cuantitativos que se utilizan para determinar la calidad aceptable de los recursos naturales y para regular las actividades humanas que podrían afectar negativamente al medio ambiente" (p. 45). Estos estándares se basan en investigaciones científicas y en la evaluación de los impactos ambientales para establecer límites de contaminantes y otros parámetros que deben cumplirse para proteger la calidad del aire, el agua, el suelo y otros componentes del entorno natural (25).

La normativa que se usó para comparar la calidad del agua en su condición de efluente y cuerpo receptor fue el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM que trata sobre los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas. Los valores de ECA de cadmio, mercurio y plomo que describe el D.S. son los siguientes: el ECA de cadmio en productos hidrobiológicos es de 0.01 miligramos por kilogramo (mg/kg), el ECA de mercurio en productos hidrobiológicos es de 0.0001 mg/kg para los productos destinados al consumo humano directo. Por su parte, el ECA de plomo en productos hidrobiológicos es de 0.0081 mg/kg. Es importante tener en cuenta que estos valores del ECA están regulados por ley y que la exposición prolongada a niveles elevados de estos contaminantes puede tener efectos negativos en la salud humana. Por lo tanto, es importante seguir las recomendaciones de las autoridades sanitarias en cuanto al consumo de productos hidrobiológicos y tomar medidas de precaución para evitar la exposición a estos contaminantes en niveles elevados (27).

## **2.4. Definición de términos básicos**

**Contaminación:** Es la intromisión de elementos físicos ajenos a un entorno o ambiente ecológico que afectan de manera directa e indirecta la estabilidad natural del ambiente de su influencia (27).

**Metales pesados:** Son elementos con alta densidad, que, en su mayoría, contienen elementos venenosos que causan toxicidad a los seres vivos y entornos naturales como fuentes de agua (28).

**Tóxico:** Son compuestos que producen daño debido a sus componentes internos que afectan la salubridad del ser humano, animales, plantas y entornos naturales (29).

**Bioacumulación:** Es el proceso de asimilación de tóxicos a través de la cadena trófica, que provocan la multiplicación exponencial de la contaminación inicial (30).

**Biomagnificación:** Se relaciona directamente con la bioacumulación a través de la dieta de la cadena trófica (31).

**Concentración:** Es la solución producto de la concentración de solutos que están disueltos de manera homogénea (32).

**Límites Máximos Permisibles (LMP):** Es la cuantificación de elementos o sustancias de origen físico, químico o biológico que están presentes en un efluente que en cantidades mayores producen daños directos al medio ambiente (33).

**Espectrofotometría:** Técnica que permite detectar al detalle las moléculas de diferente origen como contaminantes, moléculas orgánicas y otros en el estado líquido, sólido y gaseoso (34).

**pH:** Cálculo del nivel de alcalinidad o acidez de una solución o disolución (35).

**Conductividad eléctrica:** Es la conducción de la electricidad por efecto de los iones, temperatura, valencia, concentración, presentándose en soluciones acuosas (36).

**Oxígeno Disuelto:** Es la concentración del oxígeno en mg/L en el agua y esta influenciado por la temperatura del ambiente (36).

**Temperatura del agua:** Parámetro que participa de manera directa en las propiedades biológicas, compuestos precipitados, filtración y sedimentación (37)

**Turbiedad:** Presencia de partículas orgánicas o físicas en el agua que no permiten el traspaso natural de la luz (38)

# **CAPÍTULO III**

## **METODOLOGÍA**

### **3.1. Método y alcance de la investigación**

#### **3.1.1. Métodos de la investigación**

Usa el método hipotético deductivo experimental porque se está utilizando la lógica para dar solución el problema que nos estamos planteando. Por ello, se han planteado hipótesis con el objetivo de dar solución a los problemas del entorno de la investigación con lo que se busca demostrar que los datos recogidos serán útiles para la investigación(39).

El método experimental tiene como sustento diferentes conocimientos que han sido validados de manera experimental. Las hipótesis que se plantean en el trabajo de investigación deben ser sopesadas con experimentos de campo o laboratorio con el objetivo de validar los resultados; por lo que se pretende estudiar diferentes procesos en el medio natural y su estudio busca responder interrogantes que aportarán el avance de la ciencia (40).

#### **3.1.2. Alcance de la Investigación**

##### **A. Tipo de Investigación:**

El enfoque de investigación utilizado es de naturaleza aplicada, ya que su objetivo radica en adquirir conocimiento a través de la resolución de problemas generados por la acción humana o en una zona específica de influencia. Este tipo de investigación establece una conexión entre la teoría existente y la creación de productos o soluciones prácticas. Además, se fundamenta en la investigación básica como base para su desarrollo (41).

Se emplea para abordar una variedad de desafíos relacionados con el consumo de bienes y servicios, así como con la producción, distribución y circulación de estos. Este enfoque se clasifica como investigación aplicada, ya que se basa en la investigación básica para identificar problemas o hipótesis y buscar soluciones a los problemas asociados con la actividad productiva humana y su entorno. Además, se considera tecnológico, dado que el conocimiento generado es de naturaleza técnica y

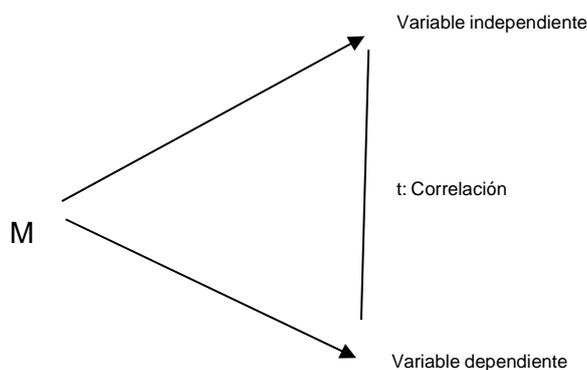
los resultados se presentan en términos de eficiencia, deficiencia, ineficiencia, eficacia o ineficacia (42).

### B. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es correlacional porque se pretende determinar la relación que existen entre dos variables de estudio recolectando más de dos conjuntos de datos (39).

### 3.2. Diseño de investigación

Es cuasi experimental, porque el investigador participa en la manipulación de la variable independiente con el objetivo de buscar mejoras al objeto de estudio generando nuevos conocimientos (43). En este nivel de investigación, se logran obtener datos mediante diferentes experimentos para luego ser comparados con diferentes variables que son constantes. El objetivo busca la selectividad de las causas y los efectos producidos por la investigación; este nivel de investigación es cuantitativa porque se desarrollan sobre la base de diferentes protocolos de control donde participan variables que son manipuladas para su posterior observación del logro de resultados que puedan ser medidos. Asimismo, según el propósito de estudio, el diseño puede ser cuasi experimental, pre experimental o experimental puro; donde participan variables dependientes que se consideran la variable fija, o de control, que será comparada o contrastada con la variable independiente, que es manipulable por el investigador para lograr obtener resultados específicos. Para el logro de este nivel de investigación, las condiciones en las que se desarrolla todo el proceso experimental deben ser controladas con mucha rigurosidad. De esta manera, se estudiará el comportamiento del objeto que se estudió (44).



### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

La PTAR Totorilla se ubica en el departamento de Ayacucho, pero la población en estudio está constituida por todas las truchas que viven aguas abajo en el río Pampas; específicamente, en el sector del distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

#### 3.3.2. Muestra

Las muestras de trucha solo se obtuvieron en su hábitat natural, ubicado en el lecho del río Pampas que se encuentra a 50 metros ríos arriba y ríos abajo a 200 metros de la PTAR Totorilla. Este pez no se reproduce aguas arriba del punto de descarga, tampoco en la misma descarga, porque no reúne las características propias para su reproducción, En este sentido, se consideró 2 muestras con 2 repeticiones por cada una. Para el análisis del agua se consideraron 2 puntos de monitoreo en el río Pampas de donde se extrajo 1 litro de muestra por cada punto. En el siguiente cuadro, se detallan los puntos y coordenadas de muestreo.

COORDENADAS			
PUNTOS	ESTE	NORTE	DESCRIPCION
1	585995.35	8547137.24	Efluente (descarga).
2	585979.69	8547089.51	50m antes de llegar al efluente.
3	586086.45	8547315.52	200m despues del efluente.
4	586431.5	8551320.88	Muestra de trucha.

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

En la recolección de los datos se usaron las técnicas de análisis documental y la observación y los instrumentos usados fueron la guía de revisión documental y el diario de campo respectivamente.

#### 3.4.1. Recolección de muestra de truchas

Las muestras se recolectaron directamente de los pescadores que atrapan las truchas en el río Pampas en la influencia de trabajo de investigación, los peces atrapados son vendidos en el mercado del distrito de Jesús Nazareno; por lo que

se recolectaron las muestras con 2 repeticiones en un rango de tiempo de 15 días; las muestras se colocaron en bolsas rotuladas de ziploc y se colocaron en un recipiente de ambiente frío para su conservación a una temperatura de 4°C para luego llevarlo al análisis del laboratorio. Para garantizar el origen de las muestras, se utilizó el formato de la Cadena de Custodia – Matriz Agua (Anexo 2) implementado por el laboratorio OH LAb (Occupational Hygiene Laboratory S.A.C)

A continuación, se describen los pasos principales del Protocolo de muestreo para la evaluación de los niveles de metales pesados en peces de consumo humano (45):

**Selección de las especies de peces:** Se definen las especies de peces que se van a muestrear en función de su consumo por parte de la población y su frecuencia en los mercados locales.

**Selección de las zonas de pesca:** Se identifican las zonas de pesca que se van a muestrear en función de su importancia para la pesca comercial y su representatividad geográfica.

**Frecuencia de muestreo:** Se establece la frecuencia con la que se van a realizar los muestreos en función del tipo de especie y de la zona de pesca. La frecuencia puede ser trimestral, semestral o anual.

**Tamaño de la muestra:** Se determina el tamaño de la muestra que se va a recolectar en función del tipo de especie y del objetivo del estudio. El tamaño de la muestra debe ser suficiente para obtener resultados estadísticamente significativos.

**Selección aleatoria de las muestras:** Se realiza la selección aleatoria de las muestras, utilizando una metodología estadística que garantice la representatividad de estas.

**Toma de muestras:** Se toman las muestras de peces de las zonas de pesca seleccionadas, utilizando técnicas de pesca estandarizadas y respetando los criterios de selección previamente definidos.

**Preparación de las muestras:** Se preparan las muestras de peces para su posterior análisis, respetando los criterios establecidos en la normativa vigente.

**Análisis de las muestras:** Se realizan los análisis de laboratorio correspondientes para determinar los niveles de metales pesados en las muestras de peces.

**Interpretación de los resultados:** Se interpretan los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio y se comparan con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente.

**Informe de resultados:** Se elabora un informe detallado de los resultados obtenidos en los muestreos y los análisis de laboratorio, que incluya las conclusiones y recomendaciones correspondientes para garantizar la seguridad alimentaria de la población.

### **3.4.2. Recolección de muestra de agua.**

La recolección de las muestras se ha realizado teniendo en cuenta el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en base a la Resolución Jefatural N° 0.10-2016-ANA. El objetivo de esta resolución es establecer los lineamientos técnicos y metodológicos para el monitoreo de la calidad del agua superficial en el territorio nacional, con el fin de evaluar y controlar el estado de los recursos hídricos en el país. El protocolo incluye la definición de las características físicas, químicas y biológicas que deben ser monitoreadas, así como la frecuencia y los puntos de muestreo que deben ser utilizados para el monitoreo (46). A continuación, se detalla la recolección de muestras de agua.

1. Se seleccionaron dos puntos de muestreo que representen adecuadamente las características de la cuenca hidrográfica en términos de usos del agua, fuentes de contaminación y variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua.
2. La frecuencia de muestreo depende de la magnitud y características de la cuenca hidrográfica y de los usos del agua, pero como mínimo se ha realizado dos muestreos, con una periodicidad no mayor a quince días
3. Los parámetros que se monitorearon fueron la temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica.
4. En las técnicas de muestreo se consideró la ubicación de los puntos de muestreo, los cuales estuvieron ubicados en el centro de la corriente y a una profundidad que sea representativa de la columna de agua, evitando la orilla y las zonas con alta sedimentación o agitación.
5. La elección de la metodología de muestreo se realizó de acuerdo con cada parámetro a medir y fue estandarizada para asegurar la comparabilidad de los resultados. Por ejemplo, para la medición de pH se utilizó un electrodo de vidrio sumergido en la

columna de agua, mientras que para la medición de oxígeno disuelto se envió al laboratorio.

6. Se tomó como mínimo dos muestras de agua en cada punto de muestreo para asegurar la representatividad del resultado.
7. El volumen y recipiente de muestra se realizó en recipiente de vidrio o plástico previamente lavado con agua y jabón y enjuagado con agua destilada.
8. El transporte y preservación de la muestra se realizó usando hielo y fue analizada dentro de las 24 horas siguientes a la toma.
9. En el registro de datos se consideró la información relevante del punto de muestreo, como la ubicación geográfica, la fecha y hora de muestreo, el caudal, la temperatura y la profundidad, entre otros. Además, se debe mantener una cadena de custodia de la muestra para asegurar la integridad y trazabilidad de la información.
10. Cada muestra se tomó en diferentes momentos del día respectivo de su recolección para considerar la variabilidad temporal.
11. Los resultados del monitoreo fueron analizados y evaluados de acuerdo con los criterios de calidad establecidos en la normativa peruana y en función de los usos del agua.
12. Los resultados del monitoreo deben ser utilizados para la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos y la implementación de medidas de control de la contaminación.

Además, se recomienda que los puntos de muestreo sean ubicados aguas arriba, aguas abajo, pues la distancia, en específico, va a depender de la variabilidad espacial y temporal de los parámetros a medir y las características hidrológicas y geográficas de la zona, la actividad antropogénica y los usos del agua; por ello, se consideró tomar los punto a 50 metros antes de la descarga del efluente y 200 metros después de la descarga (46)

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultado de la investigación

##### 4.1.1. Resultado de la concentración cadmio en las truchas que reciben el efluente de la PTAR Totorá.

En la Tabla 1, se observa la concentración de cadmio en las dos muestras de truchas que se obtuvieron del río Pampas. Los resultados reportan un valor de 0.00042 mg/kg en la muestra 1 y 0.00038 mg/kg en la muestra 2.

**Tabla 1.** Concentración de cadmio (mg/kg) en truchas en el río Pampas

Fecha de muestreo	Trucha	ECA DS-004-2017
07/07/2022	0.00042	0.01
20/07/2022	0.00038	0.01

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2, se observan los niveles de mercurio expresados en mg./kg en truchas que se obtuvieron del río Pampas. Los resultados reportan un valor de <0.0001 mg/kg en la muestra 1 y < 0.0001 mg/kg en la muestra 2. Ambos resultados se encuentran por debajo los límites que exige el ECA según el Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM.

**Tabla 2.** Niveles de mercurio (mg/kg) en truchas en el río Pampas

Fecha de muestreo	Trucha	ECA DS-004-2017
07/07/2022	< 0.0001	0.0001
20/07/2022	< 0.0001	0.0001

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3, se observan los niveles de plomo expresado en mg./kg en truchas que se obtuvieron del río Pampas, los resultados reportan un valor de <0.0029 mg/kg en la muestra 1 y 0.0018 mg/kg en la muestra 2. Ambos resultados se encuentran por debajo de los límites que exige el ECA según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

**Tabla 3.** Niveles de plomo (mg/kg) en truchas en el río Pampas

Fecha de muestreo	Trucha	ECA DS-004-2017
07/07/2022	0.0029	0.0081
20/07/2022	0.0018	0.0081

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4, se observan la concentración de cadmio, mercurio y plomo en mg/L, los resultados en la muestra 1 del cuerpo receptor aguas arriba reporta un valor de cadmio de <0.00025 mg/L, mercurio con un valor de <0.0001 mg/L, plomo de 0.0025 mg.L, por su parte la muestra 2 del cuerpo receptor aguas abajo reporta un valor de cadmio de <0.00025 mg/L, mercurio con un valor de <0.0001 mg/L, plomo de 0.0025 mg.L, por lo que ambas muestras se encuentra por debajo del ECA según el Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM.

**Tabla 4.** Concentración de cadmio, mercurio y plomo (mg/L)

Fecha de muestreo	Muestras	Concentración		ECA D.S 004-2017
07/07/2022	Muestra1 del Cuerpo Receptor (Aguas arriba)	Cadmio (mg/L)	<0.00025	0.00025
		Mercurio (mg/L)	< 0.0001	0.0001
		Plomo (mg/L)	< 0.0025	0.0025
20/07/2022	Muestra 2 del Cuerpo Receptor (Aguas abajo)	Cadmio (mg/L)	<0.00025	0.00025
		Mercurio (mg/L)	< 0.0001	0.0001
		Plomo (mg/L)	< 0.0025	0.0025

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de los estándares de calidad ambiental (ECA) contempla diversas categorías. La Categoría 1 abarca aspectos relacionados con la población y el uso recreativo. En la Categoría 2 se incluyen actividades como la extracción, cultivo y otras prácticas marino-costeras y continentales. La Categoría 3 se refiere al riego de vegetales y al abastecimiento de agua para animales. Por último, la Categoría 4 se centra en la conservación del ambiente acuático.

En el contexto de esta investigación, se enmarca en la Categoría 2, específicamente en la subcategoría E2, que aborda la evaluación de ríos, tanto en zonas costeras como en la región de la sierra. A continuación, se muestran los valores de ECA establecidos en dicho reglamento para los metales cadmio, mercurio y plomo en aguas de ríos:

Cadmio: 0,00025 miligramos por litro (mg/L) en ríos de costa y sierra.

Mercurio: 0,0001 mg/L en ríos de costa y sierra.

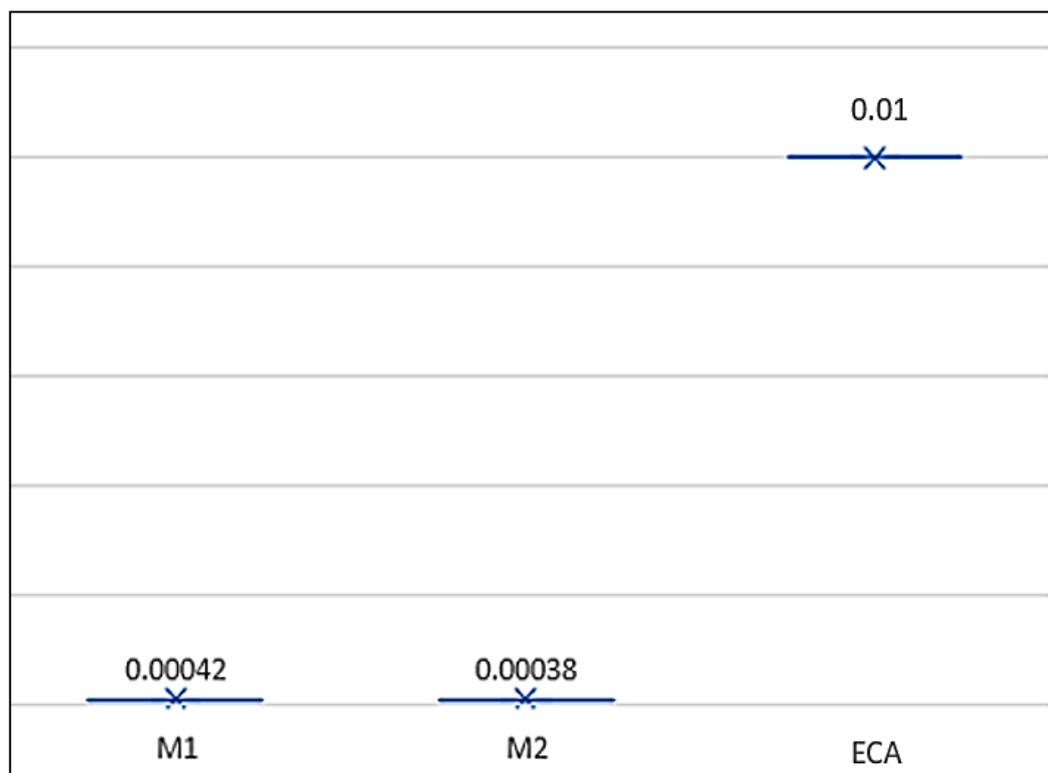
Plomo: 0,0025 mg/L en ríos de costa y sierra.

**Tabla 5.** Análisis físico químico del agua del río Pampas

Fecha de muestreo	Muestras	Parámetro		ECA D.S 004-2017
07/07/2022	Muestra1	pH (Unid. de pH)	7.10	6.5 - 9.0
		Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	157.00	1000
		Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	18.50	$\Delta 3$
		Oxígeno disuelto (mg/L)	15.00	$\geq 5$
20/07/2022	Muestra2	pH (Unid. de pH)	7.25	6.5 - 9.0
		Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	187.00	1000
		Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	18.40	$\Delta 3$
		Oxígeno disuelto (mg/L)	18.00	$\geq 5$

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.2. Resultados de metales pesados en trucha proveniente del río Pampas



**Figura 1.** Concentración de cadmio en truchas del río Pampas

En la Figura 1, se observa los niveles de Cadmio en la trucha proveniente del río Pampas y el resultado de la muestra 1 es de 0.00042 mg/L y el de la muestra 2 es de

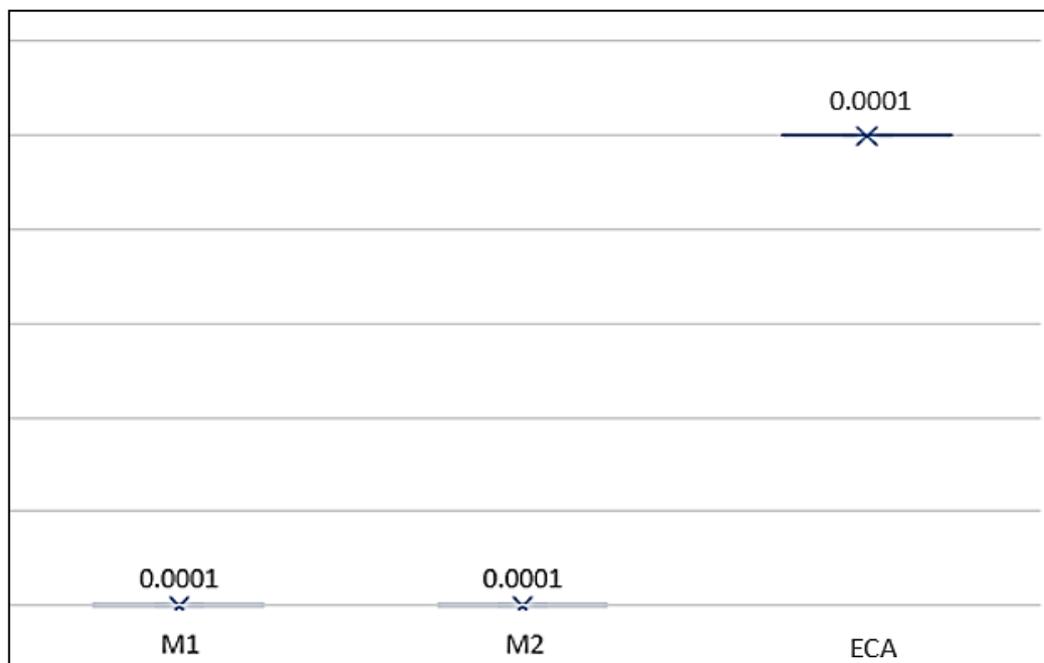
0.00038 mg/L. Ambos no exceden la concentración del ECA de 0.01 mg/L que se establece en el Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM.

**Tabla 6.** Estadísticos de los niveles de cadmio (mg/L) en la trucha

Descriptivos		Estadísticos
Media		0,0004000
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,0001459
	Límite superior	0,0006541
Mediana		0,0004000
Varianza		$8 e^{-10}$
Desviación		0,00002828
Mínimo		0,00038
Máximo		0,00042

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6, se reporta una concentración media de cadmio de 0.00040 mg/L. Así mismo, se observa una desviación estándar de 0.00002828 mg/L. Por lo tanto, los datos, en su gran mayoría, se encuentran relacionados en proximidades de la media por reportar una baja desviación estándar.



**Figura 2.** Concentración de Mercurio (mg/L) en truchas en el río Pampas

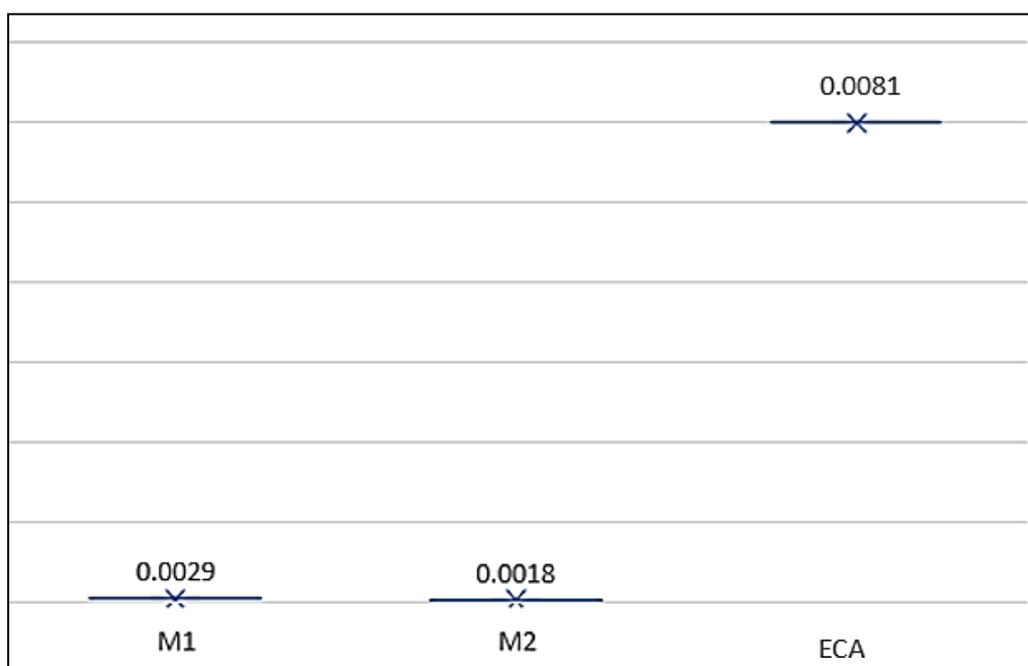
En la Figura 2, se observa la cantidad de mercurio en las muestras vivas de *Salmo trutta* provenientes del río Pampas. El resultado de la muestra 1 es de 0.0001mg/L y el de la muestra 2 es de 0.0001 mg/L. Ambos no exceden la concentración del ECA de 0.0001 mg/L que se establece en el Decreto Supremo

**Tabla 7.** Estadísticos de los niveles de mercurio (mg/L) en la trucha

Descriptivos		Estadísticos
Media		0,0001000
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,0001000
	Límite superior	0,0001000
Mediana		0,0001000
Varianza		0,000
Desviación		0,0000000
Mínimo		0,00010
Máximo		0,00010

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7, se reporta un nivel medio de mercurio de 0.00010 mg/L, así mismo, una desviación estándar de 0.00002828 mg/L. Por tanto, la desviación estándar tiene el valor de cero.



**Figura 3.** Concentración de Plomo (mg/L) en truchas en el río Pampas

En la Figura 3, se muestran los niveles de plomo en la trucha proveniente del río Pampas, los resultados de la muestra 1 es de 0.0029 mg/L y la muestra 2 es de 0.0018 mg/L no exceden la concentración cuando se comparan con el ECA de 0.0081 mg/L que se establece en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

**Tabla 8.** Estadísticos de los niveles de la concentración de plomo (mg/L) en la trucha

Descriptivos		Estadísticos
Media		0,0023500
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,0046384
	Límite superior	0,0093384
Mediana		0,0023500
Varianza		0,000000605
Desviación		0,00077782
Mínimo		0,00180
Máximo		0,00290

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8, se reporta un nivel medio de plomo de 0.00235mg/L. Así mismo, se observa una desviación estándar de 0.00077782 mg/L. Por tanto, la desviación estándar baja indica que la mayor parte de los datos de una muestra tienden a estar agrupados cerca de su media.

#### 4.1.2. Resultado de los niveles de cadmio en el río Pampas que recibe el efluente de la PTAR Totorá.

**Tabla 9.** Estadísticos de los niveles de la concentración de Cadmio (mg/l) en el agua del río Pampas

Descriptivos		Estadísticos
Media		0,0002500
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,0002500
	Límite superior	0,0002500
Mediana		0,0002500
Varianza		0,000
Desviación		0,0000000
Mínimo		0,00025
Máximo		0,00025

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9, el cadmio reporta un nivel de 0.00025 mg/L en el agua del río Pampas. Estos niveles están dentro de los estándares de la norma vigente. Por lo tanto, los datos del ECA están dentro del rango aceptado; así mismo, se observa que la Desviación Estándar es de 0.0 mg/L.

**Tabla 10.** Estadísticos de los niveles de la concentración de Mercurio (mg/L) en el agua

Descriptivos		Estadísticos
Media		0,0001000
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,0001000
	Límite superior	0,0001000
Mediana		0,0001000
Varianza		0,000
Desviación		0,0000000
Mínimo		0,00010
Máximo		0,00010

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10, se reporta que el nivel promedio de mercurio en el agua del río Pampas es de 0.0001 mg/L. Estos niveles están dentro de los estándares de la norma vigente. Por lo tanto, los datos del ECA están dentro del rango aceptado; así mismo, se observa que la Desviación Estándar es de 0.0 mg/L.

**Tabla 11.** Estadísticos de los niveles de concentración de Plomo (mg/L) en el agua

Descriptivos		Estadísticos
Media		0,0025000
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,0025000
	Límite superior	0,0025000
Mediana		0,0025000
Varianza		0,000
Desviación		0,0000000
Mínimo		0,00250
Máximo		0,00250

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 11, se reporta que el nivel promedio de plomo en el agua del río Pampas es de 0.0.025 mg/L. Estos niveles están dentro de los estándares de la norma vigente, por lo tanto, los datos del ECA están dentro del rango aceptado; así mismo, se observa que la Desviación Estándar es de 0.0 mg/L.

#### 4.1.3. Resultado de las características fisicoquímicas del agua del río Pampas después de la descarga del efluente de la PTAR Totorá.

**Tabla 12.** Valores físicos y químicos del agua del río Pampas

Parámetro	Muestra1	Muestra2	Media
Potencial de hidrógeno	7.10	7.25	
Conductividad (mS/cm)	157.00	187.00	172.00
Temperatura (°C)	18.50	18.40	18.45
Oxígeno disuelto (mg/L)	15.00	18.00	16.50

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12, se muestran los niveles promedio de los parámetros químicos y físicos, donde se reporta valores que no exceden los estándares de calidad, el resultado de potencial de pH es de 7.18, conductividad es 172  $\mu$ S/c, temperatura es 18.45 (°C), oxígeno disuelto es 16.50 (mg/l).

#### 4.2. Contrastación de hipótesis

**Ha<sub>1</sub>:** Las truchas (*Salmo trutta*) presentan niveles altos de concentración de plomo, mercurio y cadmio por el efluente de la PTAR Totorá.

**Ho<sub>1</sub>:** Las truchas (*Salmo trutta*) no presentan niveles altos de concentración de plomo, mercurio y cadmio por el efluente de la PTAR Totorá.

**Tabla 13.** Comparativo entre las cantidades de metales pesados en la trucha con los ECA (mg/L)

Parámetro	Media	ECA DS-004- 2017
Cadmio	0.000 40	0.001
Mercurio	0.000 10	0.0001
Plomo	0.002 35	0.0081

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13, se acepta la hipótesis nula, donde se observa que las truchas (*Salmo trutta*) no presentan niveles altos de concentración de plomo,

mercurio cadmio por recibir el desagüe de la PTAR Totora y se rechaza la hipótesis alternante.

**Ha<sub>1</sub>:** Las aguas del río Pampas presentan niveles altos de concentración de plomo, mercurio y cadmio por el efluente de la PTAR Totora.

**Ho<sub>1</sub>:** Las aguas del río Pampas no presentan niveles altos de concentración de plomo, mercurio y cadmio por el efluente de la PTAR Totora.

**Tabla 14.** Concentración promedio de cadmio, mercurio y plomo en el análisis del agua del río Pampas.

Parámetro	Media	ECA – MINAM
Cadmio	< 0.00025	0.00025
Mercurio	< 0.0001	0.0001
Plomo	< 0.0025	0.0025

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 14, se acepta la hipótesis nula, donde se observa que las aguas del río Pampas no presentan niveles altos de concentración de plomo, mercurio y cadmio por recibir el desagüe de la PTAR Totora según lo señalado en el Decreto Supremo N° 004 - 2017 del MINAM referido a ECA, rechazándose la hipótesis alterna.

**Ha<sub>1</sub>:** El análisis químico y físico del río Pampas son mayores a los ECAS por influencia del efluente de la PTAR Totora.

**Ho<sub>1</sub>:** El análisis químico y físico del río Pampas no superan los ECAS por influencia del efluente de la PTAR Totora.

**Tabla 15.** Reporte del Comparación del análisis químico y físico del agua procedente del río Pampas (ECA - MINAM)

Parámetro	Promedio	ECA – MINAM
pH (Unid. de pH)	7.18	6.5 – 9.0
Conductividad (μS/cm)	172.00	1000
Temperatura (°C)	18.45	Δ 3
Oxígeno disuelto (mg/L)	16.50	≥ 5

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15, se acepta la hipótesis nula, donde el análisis químico y físico de las aguas del río Pampas no superan los límites máximos permisibles emitido por los Estándares de calidad ambiental (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM - ECA para Agua Categoría 4: Conservación del ambiente acuático) y se rechaza la hipótesis alterna.

### 4.3. Discusión de resultados

En la presente investigación los niveles de concentración media del cadmio en la trucha (*Salmo trutta*) fueron de 0.0004 mg/L. Estos resultados son menores a los estándares que indica la Unión Europea y el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera. Por otra parte, los niveles promedio del mercurio en la trucha (*Salmo trutta*) fue de 0.00010 mg/L. Igualmente, los resultados son menores a los estándares que indica la Unión Europea y el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera. Finalmente, la concentración media del plomo en la trucha (*Salmo trutta*) fue de 0.00235 mg/L. Por lo tanto, encontramos que los niveles de cadmio y mercurio en los peces en su estudio son relativamente bajos en comparación con los niveles encontrados en otros estudios realizados en Perú. En el caso del cadmio, los niveles medios, en su estudio, fueron de 0.0004 mg/L, mientras que, en el estudio realizado por Tapia en la cuenca del río Rímac, los niveles encontrados en los peces de río de las zonas urbanas y periurbanas fueron significativamente más altos. Es importante destacar que los niveles de cadmio encontrados en su estudio son inferiores a los valores permitidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y la Unión Europea (UE) para la seguridad del agua potable, que son 0.005 mg/L y 0.003 mg/L, respectivamente (47)

. En cuanto al mercurio, los niveles medios encontrados en su estudio fueron de 0.00010 mg/L, lo que es bajo en comparación con los niveles encontrados en el estudio realizado por Cribillero en la cuenca del río Madre de Dios en Perú. Es importante destacar que los niveles de mercurio encontrados en su estudio son inferiores a los ECAS por la EPA y la UE para la seguridad del agua potable, que son 0.002 mg/L y 0.001 mg/L, respectivamente (48).

En cuanto al plomo, los niveles medios encontrados en su estudio fueron de 0.00235 mg/L, lo que es relativamente bajo en comparación con los niveles encontrados en el estudio realizado por Delgado en la cuenca del río Rímac en Perú. Es importante destacar que los niveles de plomo encontrados en su estudio son inferiores para la seguridad del agua potable, que es de 0.01 mg/L (49). Sin

embargo, es importante tener en cuenta que, incluso, a niveles bajos, la exposición prolongada a estos metales puede tener efectos dañinos en la salud humana y en el ecosistema. En relación con el cadmio, un estudio realizado por Antunes, en Portugal, encontró que los niveles de cadmio en truchas fueron significativamente más altos en áreas con mayor actividad industrial y tráfico vehicular. Además, otro estudio realizado por Jian et al. (2021) en China encontró una correlación positiva entre los niveles de cadmio en organismos acuáticos y la actividad industrial y el uso de fertilizantes (50).

En cuanto al mercurio, un estudio realizado por Koc en Turquía encontró niveles significativamente más altos de mercurio en truchas de río en áreas con mayor actividad minera y de fundición. También, se ha demostrado que la actividad minera y la quema de combustibles fósiles son importantes fuentes de mercurio en el medio ambiente, lo que puede afectar los niveles de mercurio en los organismos acuáticos (51).

Por último, en relación con el plomo, un estudio realizado por Olatunji en Nigeria encontró niveles significativamente más altos de plomo en peces de río en áreas cercanas a fábricas de baterías y vertederos de residuos peligrosos (52).

En general, los resultados sugieren que los niveles de cadmio, mercurio y plomo en los peces son bajos y no representan un riesgo significativo para la salud humana. Sin embargo, es importante continuar monitoreando los niveles de estos metales en los organismos acuáticos y en el agua para garantizar la seguridad de las personas que los consumen y la salud del ecosistema.

El análisis del agua del río Pampas reporta los siguientes resultados: Las concentraciones medias de cadmio son  $< 0.00025$ , de mercurio es  $< 0.0001$  y plomo  $< 0.0025$ , estos valores están por debajo del ECA. Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Huamán en la cuenca del río Ramis en Puno, Perú. Encontró niveles medios de cadmio de  $0.0037$  mg/L, valores medios de mercurio de  $0.0043$  mg/L y concentraciones medias de plomo de  $0.013$  mg/L. En comparación con los resultados reportados en el río Pampas, los niveles de cadmio y mercurio son significativamente más altos en el río Ramis, mientras que los niveles de plomo son similares (53). Otro estudio realizado por Ludeña en el río Mantaro, en la región de Junín, Perú, encontró niveles medios de cadmio de  $0.00029$  mg/L, valores medios de mercurio de  $0.00033$  mg/L y concentraciones medias de plomo de  $0.00145$  mg/L. Estos resultados son similares a los encontrados en el río Pampas para el mercurio y el plomo, pero

los niveles de cadmio son ligeramente más altos en el río Mantaro (54). Por otro lado, un estudio realizado por Velásquez en el río Huallaga, en la región de Huánuco, Perú, encontró niveles medios de cadmio de 0.00053 mg/L, valores medios de mercurio de 0.00032 mg/L y concentraciones medias de plomo de 0.00236 mg/L. Los niveles de cadmio y mercurio son significativamente más altos en el río Huallaga en comparación con el río Pampas, mientras que los niveles de plomo son similares (55). Por lo tanto, estos estudios muestran que los niveles de metales pesados en los ríos y cuerpos de agua en Perú varían significativamente dependiendo de la ubicación geográfica y las actividades humanas en la zona. En comparación con los resultados encontrados en el río Pampas, los niveles de cadmio y mercurio son significativamente más altos en algunos ríos peruanos, mientras que los niveles de plomo son similares o ligeramente más bajos

.Los parámetros fisicoquímicos del agua en el río Pampas se encuentran dentro de los valores de ECA determinados por la normativa vigente, el pH es de 7.18, la conductividad es 172  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , temperatura de 18.45  $^{\circ}\text{C}$  y el oxígeno disuelto es 16.50 mg/L. Estos resultados, en primer lugar, coinciden con un estudio realizado por Pinedo, en el río Rímac, que es uno de los principales ríos que abastece de agua a la ciudad de Lima. En dicho estudio encontró valores de pH de entre 6.7 y 7.8, conductividad de entre 77 y 862  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , temperatura de entre 12.6 y 24.5  $^{\circ}\text{C}$  y oxígeno disuelto de entre 3.5 y 14.9 mg/L. Estos valores son similares a los encontrados en el río Pampas, lo que sugiere que la calidad del agua en ambos cuerpos de agua es aceptable (56). En segundo lugar, un estudio realizado por Alvarado en el río Madre de Dios, en la Amazonía, encontró valores de pH de entre 4.0 y 7.5, conductividad de entre 8 y 90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , temperatura de entre 22.0 y 32.0  $^{\circ}\text{C}$  y oxígeno disuelto de entre 1.0 y 8.3 mg/L. Estos valores indican una mayor acidez, menor conductividad y cantidad de oxígeno disuelto en comparación con el río Pampas, lo que sugiere que la calidad del agua en el río Pampas es superior a la del río Madre de Dios (57). Así mismo, Cárdenas, en el río Lurín, encontró un pH promedio de 7.20, una conductividad media de 146.23  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , una temperatura promedio de 19.43 $^{\circ}\text{C}$  y una concentración media de oxígeno disuelto de 7.74 mg/L. Estos valores son similares a los encontrados en el río Pampas, lo que sugiere que la calidad del agua en ambos cuerpos de agua es comparable (58); En tercer lugar, un estudio realizado por Sánchez en el río Tumbes, en la región de Tumbes, encontró valores promedio de pH de 7.60, conductividad de 20.64  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , temperatura de 26.9 $^{\circ}\text{C}$  y oxígeno disuelto de 6.17 mg/L. Los valores de pH y conductividad son más altos en el río Tumbes en comparación con el río Pampas, lo que sugiere una mayor presencia de minerales disueltos en el agua. Finalmente, la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto son más altas en el río Pampas en comparación con el río Tumbes (59). En general, estos estudios sugieren que los parámetros fisicoquímicos del agua en los cuerpos de agua de Perú varían significativamente dependiendo de la ubicación geográfica y las actividades humanas en la zona. A pesar de estas variaciones, los valores obtenidos en este estudio en el río Pampas son comparables con los valores encontrados en otros cuerpos de agua en Perú, lo que sugiere una calidad del agua similar. Es importante continuar monitoreando los parámetros fisicoquímicos del agua en el río Pampas y otros cuerpos de agua en Perú para asegurar una gestión adecuada de los recursos hídricos y mantener la calidad del agua para las comunidades y la vida acuática.

## CONCLUSIONES

1. Se determinó que los efluentes de la PTAR Totora no tienen un impacto significativo en la calidad del agua del río Pampas – Ayacucho. Por lo tanto, no tiene efectos negativos en la salud de los organismos acuáticos que dependen del agua para sobrevivir, incluyendo la trucha (*Salmo trutta*). En este estudio se demostró que las truchas expuestas a los efluentes de la PTAR Totora no presentaron cambios significativos en su morfología y fisiología. Además, no se observó una mayor acumulación de metales pesados en los tejidos de las truchas expuestas a los efluentes de la PTAR Totora en comparación con las truchas que no estuvieron expuestas. Por ello, los efluentes de la PTAR Totora no presentan un efecto negativo en la calidad del agua del río Pampas- Ayacucho y en la salud de las truchas (*Salmo trutta*) que viven en estas aguas.

2. Se determinaron los niveles de concentración en la trucha en dos puntos de muestreo. en plomo reporta 0.00235 mg/L, en mercurio 0.00010 mg/L y cadmio con 0.00040 mg/L. Dichos valores se encuentran por debajo de del ECA.

3. Se determinaron los niveles de concentración en el agua del río Pampas. Luego de realizar el muestreo tres veces cada 15 días, el plomo reporta concentraciones menores de a 0.0025, el mercurio, valores menores a 0.0001 y el cadmio, valores menores a 0.00025. Estos valores están por debajo de los estándares de calidad ambiental.

4. El análisis físico químico de las aguas del río pampas aguas se realizó aguas abajo lugar donde habitan las truchas, reportando un pH 7.18, conductividad 172  $\mu$ S/cm, temperatura 18.45 °C y oxígeno disuelto 16.50 mg/L estos valores se encuentran dentro de los estándares del ECA.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar una evaluación con mayor número de muestras de truchas y agua para monitorear a mayor escala los niveles de plomo, cadmio y mercurio en el río Pampas.
2. Se recomienda realizar el análisis de la bioacumulación de otras especies de peces que son de consumo humano con el objetivo de identificar niveles de bioacumulación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CARDENAS HUAMÁN, Luis Enrique, 2021. *Bioacumulacion de Plomo y Cadmio en el tejido Muscular de la Especie Salmo trutta (Trucha) procedentes de 3 íos de la Provincia de Espinar, Cusco - 2020*. Online. 2021.. Available from: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1939>
2. LARICO QUISPE Jesús Ángel, 2021. *Bioacumulación por mercurio y plomo en el tejido muscular truchaarcoíris (Oncorhynchus mykiss) en el río Salado, Pallpata 2021*. Online. 2020.ISBN 0000000344128.  
Available from:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. GAMARRA AGUILA, Noemí Alicia. y UCEDA LEÓN, Rosa Ysabel, 2017 *Determinación de metales pesados por espectrofotometría de absorción atómica en truchas Arcoiris "Oncorhynchus mykiss" del río Chiapuquio de Ingenio-Huancayo*. Tesis de grado. Universidad Inca Garcilaso de laVega. Online. 2017 Available from:  
[http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1697/TESIS\\_NOEMI\\_ALICIA\\_Y\\_ROSA\\_YSABEL.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1697/TESIS_NOEMI_ALICIA_Y_ROSA_YSABEL.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
4. RIVAS ALTÉS, Walter., CANALES MARTINEZ, César. y BAZALAR PALACIOS, Jahaira, 2018. Determinación de arsénico y plomo en truchas (Oncorhynchus mykiss), piensos y agua de piscigranjas del distrito de Pachangara, provincia de Oyón, región Lima. *In Crescendo*. Online. 2018.,no. 2,pp. 211–220. Available from:  
<https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increcendo/article/view/1982>
5. GIRÓN ESTELA, Teofilo Baltazar. y VILLALOBOS LAVADO, Luis Enrique, 2014. *Evaluación de los niveles de concentración de metales pesados en la aguas del río Motil de la provincia de Otuzco*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo Online. 2014. Available from:  
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3566>
- 6.
7. VEGA RODRIGUEZ, Anabel Thaly. *Estudio de la concentración de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces y su comparación con las normativas SANIPES, OMS y la Unión Europea*. Tesis de grado. Universidad Peruana del Norte. Online. 2017. Available from:  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29469>

8. BADILLO PURIZACA, Renato Xavier. y DIAZ DIAZ, Carmen Rosa, 2021. . Aislamiento e identificación de vibrio sp. en truchas (*Oncorhynchus mykiss* y *Salmo trutta*) provenientes de dos piscigranjas de Huaral, Perú 2020. *Kybernetes*. Online. 2021. Vol. 34, no. 5, pp. 488–491. DOI 10.1108/k.2005.06734eab.003.
9. LANDERGREN, Peter,1999. Spawning of anadromous rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): A threat to sea trout, *Salmo trutta* L., populations? *Fisheries Research*. Vol 40 no. 1, pp. 55–63. DOI 10.1016/S0165-7836(98)00215-X.
10. BEHNKE, Robert. 2002. *Trucha y salmón de América del Norte*. Online. . [Accessed 29 May 2022]. Available from: [https://books.google.com.pe/books?hl=en&lr=&id=3WIHEImgQVgC&oi=fnd&pg=PA1&ots=pzITt1EuiY&sig=zvUC8AK6ZyhnOAWiBIKTH6A2mNA&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=en&lr=&id=3WIHEImgQVgC&oi=fnd&pg=PA1&ots=pzITt1EuiY&sig=zvUC8AK6ZyhnOAWiBIKTH6A2mNA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
11. BERG, Adam, 2016. Trout Culture: How Fly Fishing Forever Changed the Rocky Mountain West. *Journal of Sport History*. Vol 43, pp. 111–112.
12. AUSTIN, Bryan . &AUSTIN, Darren, 2007. Bacterial fish pathogens: disease and farmed and wild fish. *Bacterial Fish Pathogens*. pp. 15–46. DOI 10.1007/978-1-4020-6069-4\_2.
13. MORALES, Gabriel, 2004. *Crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss* ) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación*. Tesis de grado. Universidad de Buenos aires Argentina. pp.
14. GASTÓN, Fabian Gastón y MUZÓN, Javier, 2013. El mundo de las libélulas y su rol en los ecosistemas. *Desde la Patagonia..* Vol. 10, pp. 36–43.
15. Villalba Saavedra , Andrea del Pilar , 2009 *Hábitos alimenticios de la trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss* (Salmoniformes: Salmonidae) en el parque forestal embalse del Sisga*. Tesis de grado. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano .
16. MAMANI, E. *Acumulación de mercurio en pejerrey (*Basilichthys bonariensis*): en habitat norte del Lago Titicaca*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería. Online. [Accessed 29 May 2022]. Available from:

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/659>

17. HUANCARÉ PUSARI, Rosalía Karina, 2014 Identificación histopatología de lesiones inducidas por bioacumulación de metales pesados en branquias, hígado y músculos de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) de cultivo en etapa comercial de la laguna dMamacocha, área de influencia minera, Cajama. *Medicina*. Online. 2014. Vol. 447, no. May, p. 162. Available from: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4147/Diaz\\_rc.pdf;jsessionid=CD5A7FF3022F1A5526948369A600356D?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4147/Diaz_rc.pdf;jsessionid=CD5A7FF3022F1A5526948369A600356D?sequence=1)
18. PALMA LEOTTA, María Evangelina et al, 2015 Evaluación de riesgo ecológico en el embalse El Nihuil, Mendoza, mediante biomarcadores de contaminación en perca criolla (*Percichthys trucha*)., *Boletín Científico*, no 13, pp 28-31.,
19. DEL VALLE AYALA, Oscar et al, 2014 *Manual de Cultivo de Trucha*. Lima: Fonpedes. . Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2496894/Manual-de-Cultivo-de-Trucha.pdf>
20. OCOLA VILLASANTE, Diego, 2014. Evaluación de las características físico químicas del agua y la composición del sustrato en zonas de crianza intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en el lago Titicaca, Pomata, Puno. *Ñawparisum*, pp. 19-29.
21. CHOQUE VASQUEZ, Gladys Yesica, 2021 *Determinación de parámetros físicos y químicos del agua en zona de crianza de truchas en jaulas flotantes en la bahiza de pomata (zona Faro), 2021*. Tesis de Grado. Universidad Privada San Carlos-Puno. Available from: <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4523>
22. ORTEGA, Marco. Niveles de plomo y mercurio en muestras de carne de pescado importado y local, 2014 *Pediatría* . Vol. 47, no. 3, pp. 51–54. DOI 10.1016/S0120-4912(15)30135-X.
23. ESTRADA SANTA CRUZ, Gian Eric y MACHUCA COTRINA, Iván, 2021 *Determinación de la concentración de metales pesados en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y el riesgo para el consumo humano en la provincia de San Miguel - Cajamarca*. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28983>
24. ESPINOZA ORTIZ, Diego y FALERO ALAMA, Sandra. ,2015 Niveles de

mercurio , cadmio, plomo y arsénico en peces del río Tumbes y riesgos para salud humana por su consumo. *Revista de Investigación de Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*,. Vol. 18, no 36, pp. 35–41.

25. MARRUGO, José, et al. 2007 . Hallazgo de mercurio en peces de la Ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba* [en línea]. 2007, 12(1),pp 878-886[fecha de Consulta 5 de Agosto de 2023]. ISSN: 0122-0268. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69312103>

CHIANG, C.; HU, H.; & LU, M. Environmental quality standards: Review and prospect. . 2016.

26. SMITH, John. Alcance descriptivo. . 2022.
27. MORENO, O. ¿Qué sabes de la contaminación?: Estudio de las ideas previas en alumnado de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 2017. Vol. 16, no. 3, p. 502–515.
28. COTA, K., NUÑEZ, A., DELGADO, M. and MARTINEZ, A. Biorremediación: Actualidad de Conceptos y Aplicaciones. *Biotecnia*. 2018. Vol. 21, no. 1, p. 37–44. DOI 10.18633/biotecnia.v21i1.811.
29. LITTLE, P. Bodies, toxins, and e-waste labour interventions in ghana: Toward a toxic postcolonial corporality? *AIBR Revista de Antropología Iberoamericana*. 2019. Vol. 14, no. 1, p. 52–71. DOI 10.11156/aibr.140104.
30. CORONADO, P. Bioacumulación de metales en cultivo de *Lupinus albus* L. emergentes en suelos contaminados. *Ucv*. 2014. P. 0–116.
31. CARRIQUIRIBORDE, P. Bioacumulación y biomagnificación de los contaminantes. . 2010. P. 62–92.
32. RAVIOLO, A. and FARRÉ, A. Las representaciones de los estudiantes sobre el concepto de concentración de disoluciones. *Revista Debates em Ensino de Química*. Online. 2020. Vol. 6, no. 2, p. 97–113. Available from: <https://orcid.org/0000-0003-3498->
33. SIALER, T. *La Ordenanza Municipal 269-2004-MPA referente a los Límites Máximos Permisibles en relación a la Salud de las Personas TESIS*. Online. 2021. ISBN 0000000103459. Available from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64857>
34. BUDIARTI, N. La espectrofotometría UV-VIS como una herramienta para el desarrollo de las habilidades metacognitivas, un estudio enfocado en la actividad antioxidante. *Sustainability (Switzerland)*. Online. 2020. Vol. 4, no. 1, p. 1–9. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884->

z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://sersc.org/journals/index.php/IJAST/articleWe ship printed books within 1 business day; personal PDFs are available immediately.

35. GÓMEZ, J., MARCOS, J. and ESTEBAN, R. Extracción de ADN con material cotidiano: desarrollo de una estrategia interdisciplinar a partir de sus fundamentos científicos. *Educación Química*. 2019. Vol. 30, no. 1, p. 58. DOI 10.22201/fq.18708404e.2019.1.65732.
36. QUEVEDO, A. Sistema de medición y adquisición de datos de conductividad eléctrica para un fotobiorreactor de microalgas. . 2019. P. 9–25.
37. MONTOYA, A. and POCASANGRE, A. Comportamiento de la temperatura aire-agua en una laguna facultativa primaria. . 2019. Vol. 14, no. 1.
38. LAO, H. and DEL ÁGUILA, L. *Determinación de la eficiencia entre los métodos de Electrocoagulación y Coagulación Química para la remoción de la turbiedad del agua residual doméstica – Tarapoto, 2019*. Online. 2019. ISBN 0000000297028. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41563>
39. CEGARRA, J. *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Online. 2006. ISBN 84-7978-624-8. Available from: <https://www.freelibros.me/metodologia-de-la-investigacion/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-y-tecnologica-jose-cegarra-sanchez>
40. HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C. and BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. 2014. ISBN 9781456223960.
41. MORENO, J. Tipos de Investigación. *DIVULGARE Boletín Científico de la Escuela Superior de Actopan*. Online. 5 January 2014. Vol. 1, no. 1. [Accessed 9 June 2022]. DOI 10.29057/esa.v1i1.1580. Este mapa ilustra los tipos de investigación en Psicología de la Escuela Superior de Actopan, UAEH.
42. ESTEBAN, T. Tipos de investigación. . 2017. P. 1–4.
43. MONTES, C. *Metodología de investigación tecnológica*. . 2014. ISBN 9786120016671.
44. COELHO, F. Investigación experimental: qué es, características, tipos y ejemplos

- Significados. Online. 2019. [Accessed 9 June 2022]. Available from: <https://www.significados.com/investigacion-experimental/>
45. MINSA. Norma Técnica para la Determinación de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Plomo, Cadmio y Mercurio en Peces de Consumo Humano", aprobada mediante Resolución Ministerial N° 0193-2017-MINSA. . 2017.
  46. ANA. *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. 2016.
  47. TAPIA, J.; CASTILLO, M.; GUTIÉRREZ, E.; & RAMOS, W. Contaminación por metales pesados en peces de río en zonas urbano-periurbanas del río Rímac, Perú. . 2018.
  48. CRIBILLERO, G.; MENDOZA, E.; & OYARZÚN, J. Mercury levels in fish from the Madre de Dios river basin, Peru. . 2017.
  49. DELGADO, E.; MAMANI, M.; ESPINOZA, R.; MAMANI, J.; & BELTRÁN, Y. Environmental monitoring of lead, cadmium, and chromium in water and fish of Rímac River basin, Lima, Peru. . 2018.
  50. ANTUNES, S. C.; ALMEIDA, A. A.; CASTRO, B. B.; & PEREIRA, R. Metal pollution in aquatic ecosystems: spatial patterns and bioaccumulation of metals in tissues of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) in Portuguese rivers. *Ecological Indicators*. . 2017.
  51. KOC, E.; & OZDEMIR, S. Determination of the heavy metal levels in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) caught in the Ordu-Giresun region. . 2018.
  52. OLATUNJI, O. S., OLUSOLA, A. O., & AGBOOLA, O. I. Concentration levels of lead in surface water, sediment and fish (*Tilapia guineensis*) from River Ogun, Nigeria. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021.
  53. HERRERA, L. Contaminación por Plomo y Cadmio del Rio Apurimac -Vrae. *Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanfa*. Online. 2015. P. 1–145. Available from: [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1130/TM\\_C105\\_Cos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1130/TM_C105_Cos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

54. LUDEÑA, E.; PÉREZ, G., ESPINOZA, J., y VARGAS, R. Evaluación de la contaminación por metales pesados en el río Mantaro, Junín-Perú. *Revista de Investigación en Tecnología de Alimentos*. 2018.
55. VELÁSQUEZ, M., SALAZAR, K., TAPIA, J., y GÓMEZ, E. Evaluación de la calidad de agua del río Huallaga en la región Huánuco-Perú, en relación con la concentración de metales pesados. . 20161.
56. PINEDO, S., VIZCARRA; J., y GARCÍA, M. Evaluación de la calidad de agua del río Rímac a través de indicadores fisicoquímicos. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*. 2018.
57. ALVARADO, H. R.; POMA, G. A., y PINEDO, S. E. Calidad del agua del río Madre de Dios en la Amazonía peruana. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*. 2016.
58. CÁRDENAS, J., PINEDO, S., y ALVARADO, J. Evaluación de la calidad del agua del río Lurín, Lima, Perú. *evista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2018.
59. [https://uc3m.libguides.com/guias\\_tematicas/citas\\_bibliograficas/une-iso-690](https://uc3m.libguides.com/guias_tematicas/citas_bibliograficas/une-iso-690)
60. SÁNCHEZ, V.; REYES, C., FERNÁNDEZ, J.; y NEYRA, M. Caracterización físico-química del agua del río Tumbes en el sector del Puente Cumbaza. *Ecociencia*. 2020.

# ANEXOS

## Anexo 1. Certificado de calibración



### Certificado de Calibración OHLFQ-261-2021

#### 1.- SOLICITANTE

**Nombre:** RAULOAN & INGENIEROS AMBIENTALES S.A.C.

**Dirección:** P.J. EL PROGRESO MZA. N LOTE. 2 A.H. JEWUSUS DE NAZARETH  
LIMA - S.J.L.

#### 2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Multiparametrico

**Marca :** HACH  
**Modelo :** HQ40d  
**N° de Serie :** 200900041459  
**Procedencia :** USA

Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales ( INACAL) y/o internacionales.

OHLAB S.A.C. custodia, conserva y mantiene sus patrones en Áreas con condiciones ambientales controladas, realiza mediciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del sistema legal de unidades del medida del Perú.

OHLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para cada instrumento.

#### 3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- \* El instrumento se calibró el 2021-06-24
- \* La calibración se realizó en el Área de Físico-química del Laboratorio OHLAB S.A.C.

#### 4.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	21,1 °C	±	0,3 °C
Humedad	45,1 % HR	±	0,9 % HR
Presión	1013,8 hPa	±	0,3 hPa

Este Certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología OHLAB S.A.C.. Certificado sin firma y sello carecen de validez. Los resultados de este certificado no deben utilizarse como certificado de conformidad de producto. Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a calibración, el laboratorio OHLAB S.A.C. declina de toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este certificado.

Fecha de emisión: 2021-06-24

Sello



OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.

Juan Diego Arribasplata  
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA

OCCUPATIONAL HYGIENE LABORATORY S.A.C.  
Laboratorio de Metrología  
Avenida La Marina 355, La Perla, Callao - Perú  
Telf.: (01) 454 3009 Cel.: (+51) 983 731 672  
Email: comercial@ohlaboratory.com  
Web: www.ohlaboratory.com



Pág. 1 de 3  
FGC-144/MAYO2019/Rev.00

## Certificado de Calibración OHLFQ-261-2021

### 5.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Según el PC-020 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE pH" del INACAL/DM.  
 Según el PC-022 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE CONDUCTÍMETROS" del INACAL/DM.  
 Según el PC-017 : "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" del INDECOPI.

### 6.- TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM , en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

N° de Certificado	Patrón utilizado	Marca	Modelo	Lote / SN	Fecha de Vencimiento
1E172A METTLER TOLEDO	Solucion Buffer de 4,01 pH	METTLER TOLEDO	51350004	1E172A	Jun-21
1E172C METTLER TOLEDO	Solucion Buffer de 7,00 pH	METTLER TOLEDO	51350006	1E172C	Jun-21
1E332H METTLER TOLEDO	Solucion Buffer de 11,00 pH	METTLER TOLEDO	51350012	1E332H	Nov-21
4000-11084054 TRACEABLE®	Termometro Digital con una resolución de 0,001 °C	TRACEABLE®	4000	200097352	No aplica
4066-11692716 TRACEABLE®	Solucion Buffer de 100,40 uS/cm	TRACEABLE®	00652-26	CC20461	Nov-21
4173-11497727 TRACEABLE®	Solucion Buffer de 1412,00 uS/cm	TRACEABLE®	00652-30	CC20203	Ago-21
4068-11695401 TRACEABLE®	Solucion Buffer de 9992,00 uS/cm	TRACEABLE®	00652-32	CC20466	Nov-21
H7040L Hanna Instruments	Solucion Buffer de 0,0 % O <sub>2</sub>	HANNA Instruments	H7040L	S0127/19	Nov-24
H70224L Hanna Instruments	Solucion Buffer de 470 mV	HANNA Instruments	H70224L	4255	May-24

#### OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función al uso y mantenimiento del equipo de medición.
- La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza aproximado del 95%.

## Certificado de Calibración OHLFQ-261-2021

### 7.- RESULTADOS

Sensor de pH	Temperatura de Referencia (°C)	Valor Certificado (pH)	Lectura del Medidor de pH (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
PHC101 SN: 202612563403	25,008	4,01	3,99	-0,02	0,5
	25,010	7,00	7,02	0,02	0,5
	25,013	11,00	11,12	0,12	0,5

Sensor de pH	Temperatura de Referencia °C	Lectura del Termometro °C	Error °C	Incertidumbre °C
PHC101 SN: 202612563403	15,3	15,5	0,2	0,3
	25,0	25,1	0,1	0,3
	33,2	33,0	-0,2	0,3

Sensor de Conductividad	Temperatura de Referencia °C	Valor Certificado uS/cm	Lectura del conductimetro uS/cm	Error uS/cm	Incertidumbre uS/cm
CDC401 SN: 202452583060	25,011	100,40	120	20	0,2
	24,998	1412,00	1385	-27	7
	°C	mS/cm	mS/cm	mS/cm	mS/cm
	25,003	9,99	9,78	-0,21	0,05

Sensor de Conductividad	Temperatura de Referencia °C	Lectura del Termometro °C	Error °C	Incertidumbre °C
CDC401 SN: 202452583060	15,3	15,1	-0,2	0,3
	25,0	24,9	-0,1	0,3
	33,2	33,0	-0,2	0,3

Sensor de DO%	Temperatura de Referencia °C	Valor Certificado mg/L	Lectura del conductimetro mg/L	Error mg/L	Incertidumbre mg/L
LDO101 SN: 202452592542	24,993	0,00	0,03	0,03	0,4

Sensor de ORP	Temperatura de Referencia (°C)	Valor Certificado (mV)	Lectura Medidor de ORP (mV)	Error (mV)	Incertidumbre (mV)
PHC101 SN: 202612563403	25,008	470,0	467,8	-2,2	0,4

(Fin del documento)

Anexo 2: Cadena de custodia

CADENA DE CUSTODIA-MATRIZ AGUA										Código: GMD-R-006													
										Versión: 01													
										Fecha: 10/08/2018													
										Pág. 1 de 1													
<b>DATOS DEL CLIENTE</b> RAZÓN SOCIAL: <b>FRAY JAMPEB MEDINA TAYPE - RUC 10302128336</b> CONTACTO/AUSENTE: <b>FRAY JAMPEB MEDINA TAYPE</b> DIRECCIÓN: <b>ASOC. WARI ACCOBAMPA Mt. 2 Lt. 11 - AYACUCHO</b> TEL. COBRE FICIONADO: <b>931493 833</b> NOMBRE DEL PROYECTO: <b>EFEECTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE LA PTAR TOTA EN LAS TALCHAS (Salme Trilla) DEL RICA</b>							<b>DATOS</b> Nº CADENA DE CUSTODIA (1): LUGAR DE MUESTREO: Nº INFORME DE ENSAYO (1):					ORDEN DE SERVICIO (1): PLAN DE MONITOREO (1):											
Item	Punto de Muestreo	Código de Laboratorio (1)	Muestreo		Clasificación		Ubicación	Nº Frascos	Parámetros In situ						Ensayos Solicitados	Observaciones							
			Fecha	Hora	Matr.	Sub-Grupo			Coordenadas (UTM)	PH	TCO	Cloruros	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N			NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	CO <sub>2</sub> (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N	CO <sub>2</sub> (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N	
01	AC-01		07/07/22	02:44			N: 5473489 E: 0566247	✓	✓	✓	✓												
02	AG-02		07/07/22	03:32			N: 553342 E: 0567114	✓	✓	✓	✓												
										N: E: N: E: N: E: N: E: N: E:													
WFP ESTADO Calidad de Agua: Clasificación de la fuente Agua: 1. Agua Natural: Subterránea, superficial (río, lago, deposición atmosférica) 2. Agua para uso y Consumo Humano: Bebida, piscina y laguna artificial 3. Agua Residuales: Doméstica, Industrial, municipal										4. Agua Salinas: Mar, Salobres, Salmuera. 5. Agua de Proceso: Circulación o enfriamiento, alimentación para calderas, agua de trapeo y refrigeración, agua de lavación.						CENTRO DE CALIDAD INC: Instituto de Cooperación - BMO: Banco Mayor - SRF: Depósito							
<b>ESTADOS DE CAMPO UTILIZADOS</b> NOMBRE: MARCA: CODIGO:										<b>ESTADOS DE CAMPO UTILIZADOS</b> NOMBRE: MARCA: CODIGO:													
CONDICIONES DE RESPONSIÓN (1) Emisión autorizada de muestras: Registro correcto de cadena: TEMPERATURAS DE CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN (1)										DATOS (1) Nombre y Apellido: <b>FRAY JAMPEB MEDINA TAYPE</b> Fecha: <b>10/08/2018</b> Firma: <b>Ing. Wari y Arce y Adela Arce</b> Observaciones: <b>(*) PAMPAS - AYACUCHO</b> (1) Cargo realista para el laboratorio (2) Reservado por el cliente						Cliente: <b>FRAY JAMPEB MEDINA TAYPE</b> Recepción de Muestra (1): Muestreado por: QM: <input type="checkbox"/> Cliente: <input type="checkbox"/>							
Conservación: <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> Refrigerados <input type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Indicar Temperatura de Conservación (°C): Código del Equipo de Medición: Dureza del tiempo máximo de conservación:																							

### Anexo 3. Informe de ensayo del agua



## INFORME DE ENSAYO N°: IE-MA-22-0213-3

### I. DATOS DEL SERVICIO

1. RAZÓN SOCIAL	: FRAY JAMPER MEDINA TAYPE
2. DIRECCIÓN	: ASOC. WARI ACCOPAMPA Mz. Z Lote 11 AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO
3. PROYECTO	: EFECTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE LA PTAR TOTORA EN LAS TRUCHAS (salmo trutta) DEL RIO PAMPAS - AYACUCHO
4. PROCEDENCIA	: PAMPAS – AYACUCHO
5. SOLICITANTE	: MARIO MÉNDEZ
6. ORDEN DE SERVICIO N°	: OSI N°014012022
7. PLAN DE MONITOREO	: PM-008012022-1
8. MUESTREADO POR	: QUIMPETROL PERU SAC
9. FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-07-21

### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1. MATRIZ	: AGUA
2. NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3. FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2022-07-09
4. PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-07-07 al 2022-07-08

### III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Temperatura (Medición en Campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2350 B, 23rd Ed.(2017)	Temperature. Laboratory and Field Methods
Potencial de Hidrogeno (pH)	SSMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.(2017)	pH Value. Electrometric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2310 B, 23rd Ed.(2017)	Conductivity. Laboratory Method.
Oxígeno Disuelto (Medición en Campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-D G, 23rd Ed. 2017	Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method
Mercurio	EPA Method 200.8, Revision 5.4 1994	Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cadmio	EPA Method 200.8, Revision 5.4 1994	Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Plomo	EPA Method 200.8, Revision 5.4 1994	Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

  
 CHRISTOPHER LEE MERCADO PUENTES  
 JEFE DE LABORATORIO Y OPERACIONES  
 QUIMPETROL PERU S.A.C.

QUIMPETROL PERÚ S.A.C., Mz. A, Lt. 62 zona industrial – Talara Alta – Piura, Talara, Paríñas.

Telf. +51 073-381778- Cel 961 296 169 / 961 293 883 E-mail: [cotizaciones@quimpetrolperu.pe](mailto:cotizaciones@quimpetrolperu.pe); [informes@quimpetrolperu.pe](mailto:informes@quimpetrolperu.pe); [cmmercado@quimpetrolperu.pe](mailto:cmmercado@quimpetrolperu.pe)

Página 1 de 2

**IV. RESULTADOS**

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			AG - 01	AG - 02
COORDENADAS UTM WGS 84			N: 8547489 E: 0586247	N: 8553342 E: 0583714
MATRIZ:			AGUA	AGUA
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			GMU-PO-002	GMU-PO-002
MUESTREO		FECHA :	2022-07-07	2022-07-07
		HORA :	14:44	15:32
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS	RESULTADOS
<b>Fisicoquímico (Parámetros de campo)</b>				
pH	Unid. de pH	--	7.10	7.25
Conductividad	µS/cm	--	157.00	167.00
Temperatura	°C	--	16.5	16.4
Oxígeno Disuelto	mg/L	--	15.00	16.00
<b>Metales Totales</b>				
Cadmio	mg/L	0,00025	<0,00025	<0,00025
Mercurio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001
Plomo	mg/L	0,0025	<0,0025	<0,0025

"L.C.M.": Límite de Cuantificación del Método

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Quimpetrol Perú SAC.

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

"FIN DEL INFORME"



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN & PRODUCCIÓN AGRÍCOLA RURU KILLA**  
**CIPARU S.R.L. - ÁREA LABORATORIO**  
 RUC: 20607101087



**INFORME DE ENSAYO Nº 0008: IE-MA-22-0296-3**

SOLICITADO POR : FRAY JAMPER MEDINA TAYPE  
 NOMBRE DEL CONTACTO : DANIEL AMEZQUITA  
 PROYECTO/SERVICIO : EFECTO DEL EFLUENTE DE LA PTAR TOTORA EN LAS TRUCHAS (salmo trutta) DEL RÍO PAMPAS - AYACUCHO  
 EN REFERENCIA : IS-MA-22-0213-3  
 PROCEDENCIA : PAMPAS - AYACUCHO  
 MUESTREO REALIZADO POR : CIPARU S.R.L.  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 1  
 PRODUCTO : AGUA  
 FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 14/02/2023  
 FECHA DE ENSAYO : 14/02/2023 al 17/02/2023  
 FECHA DE EMISIÓN : 20/02/2023  
 M.A. No Aplica

**METODO Y REFERENCIA:**

Ensayo	Norma de Referencia	Título	L.C.M	Unidad
TEMPERATURA - CAMPO	SMWW-APHA-AWWA-WF Part 2550 B, 23rd Ed	Temperature, Laboratory and Field Method	1.0	°C
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	SMWW-APHA-AWWA-WF Part 4500-H+ B, 23rd Ed	pH Value, Electrode Method	-	-
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	SMWW-APHA-AWWA-WF, Part 2510 B, 23rd Edition	Conductivity, Laboratory Method	-	µS/cm
OXIGENO DISUELTUO - CAMPO	SMWW-APHA-AWWA-WF Part 4500-O B, B, 23rd Ed	Oxygen (Dissolved) Optical Probe Method	0.1	mg DO/L
MERCURIO	EPA Method 200.8, Revision 5.4 1994	Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry	0.0005	mg/L
CADMIO	EPA Method 200.8, Revision 5.4 1994	Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry	0.0005	mg/L
PLOMO	EPA Method 200.8, Revision 5.4 1994	Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry	0.0025	mg/L

L.C.M (Límite de cuantificación del método): (no se puede determinar).

(\*) Los resultados indicados han sido obtenidos por muestreo en la normativa ISO/IEC 17025 del INACAL.

**RESULTADOS:**

Matriz Analizada		AGUA
Fecha de Muestreo		14/02/2023
Hora de Muestreo(H)		14:44
Coordenadas UTM WSG 84		N:8547089.51 E:0585979.60
Código de cliente		AD-01
Descripción del punto de muestreo		50 METROS ARRIBA DEL EFLUENTE
Tipo de Ensayo	Unidad	Resultado
Físico (Parámetros de campo)		
Temperatura	°C	18.23
pH	---	6.3
Conductividad	µS/cm	126.00
Oxígeno Disuelto	mg DO/L	5.1
Parámetros Fisicoquímicos		
DOO	mg O2/L	2.10
Sólidos Totales Suspendedos	mg/L	20.00
Metales Totales		
MERCURIO	mg/L	<0.00025
CADMIO	mg/L	<0.0001
PLOMO	mg/L	<0.0025

Nota:

(\*) Los resultados indicados han sido obtenidos por muestreo en la normativa ISO/IEC 17025 del INACAL.

**CIPARU S.R.L.**  
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN & PRODUCCIÓN AGRÍCOLA RURU KILLA  
 RUC: 20607101087

Firma: *Fit. José Luis Rocha Navarrete*  
**Fit. José Luis Rocha Navarrete**  
 JEFE DE LABORATORIO



**CIPARU S.R.L.**  
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN & PRODUCCIÓN AGRÍCOLA RURU KILLA  
 RUC: 20607101087  
 Ing. Yanny Nancy Amézquita Luján  
 GERENTE GENERAL

**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total de este informe de ensayo, así como el uso de los datos que se encuentran en él, sin la autorización expresa de CIPARU S.R.L. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico, es de 2 años.  
 Las muestras serán conservadas de acuerdo al perfil de perecibilidad del parámetro analizado por un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.  
**NOTA:** Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o con cualquier otro sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## Anexo 4. Informe del ensayo de trucha



### INFORME DE ENSAYO N°: IE-MA-22-0213-6

#### I. DATOS DEL SERVICIO

1. RAZÓN SOCIAL	: FRAY JAMPER MEDINA TAYPE
2. DIRECCIÓN	: ASOC. WARI ACCOPAMPA, Mz. Z Lote 11 AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO
3. PROYECTO	: EFECTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE LA PTAR TOTORA EN LAS TRUCHAS (salmo trutta) DEL RIO PAMPAS - AYACUCHO
4. PROCEDENCIA	: PAMPAS - AYACUCHO
5. SOLICITANTE	: MARIO MÉNDEZ
6. ORDEN DE SERVICIO N°	: OSI N°014012022
7. PLAN DE MONITOREO	: PM-008012022-1
8. MUESTREO POR	: QUIMPETROL PERU SAC
9. FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-07-21

#### II. DATOS DE ÍTEM DE ENSAYO

1. MATRIZ	: ALIMENTOS(MUESTRA TRUCHA)
2. NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3. FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2022-07-09
4. PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-07-07 al 2022-07-08

#### III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Mercurio	EPA Method 200.8, Revision 3.4 1994	Determination of trace elements in waters and wastes by inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cadmio	EPA Method 200.8, Revision 3.4 1994	Determination of trace elements in waters and wastes by inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Plomo	EPA Method 200.8, Revision 3.4 1994	Determination of trace elements in waters and wastes by inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

  
CHRISTOPHER LEE MERCADO PUENTE  
JEFE DE LABORATORIO Y OPERACIONES  
QUIMPETROL PERU S.A.C.

QUIMPETROL PERÚ S.A.C., Mz. A, Lt. 62 zona industrial - Talara Alta - Piura, Talara, Pariñas.

Telf. +51 073-381778- Cel 981 296 169 / 961 293 883 E-mail: [co@zaciones@quimpetrolperu.pe](mailto:co@zaciones@quimpetrolperu.pe); [informes@quimpetrolperu.pe](mailto:informes@quimpetrolperu.pe); [cmmercado@quimpetrolperu.pe](mailto:cmmercado@quimpetrolperu.pe)

Página 1 de 2

**IV. RESULTADOS**

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			A - 01	A - 02
COORDENADAS UTM WGS 84			N: 8547489 E: 0586247	N: 8547489 E: 0586247
MATRIZ			ALIMENTOS	ALIMENTOS
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			GMU-PO-002	GMU-PO-002
MUESTREO		FECHA :	2022-07-07	2022-07-07
		HORA :	15:44	16:15
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS	RESULTADOS
<b>Metales Totales</b>				
Cadmio	mg/L	0,00025	0,00042	0,00038
Mercurio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001
Piomo	mg/L	0,0025	0,0029	0,0018

"L.C.M.": Límite de Cuantificación del Método

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Quimpetrol Perú SAC.

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

"FIN DEL INFORME"

QUIMPETROL PERÚ S.A.C., Mz. A, Lt. 62 zona industrial – Talara Alta – Piura, Talara, Pariñas.

Tel. +51 073-381778- Cel 961 296 169 / 961 293 883 E-mail: [codificaciones@quimpetrolperu.pe](mailto:codificaciones@quimpetrolperu.pe); [informes@quimpetrolperu.pe](mailto:informes@quimpetrolperu.pe); [mercado@quimpetrolperu.pe](mailto:mercado@quimpetrolperu.pe)

Página 2 de 2

Anexo 5. Mapa de ubicación de muestras



## Anexo 6. Certificado de autorización

**Certificado**

 **INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

**QUIMPETROL PERÚ S.A.C.**

**Laboratorio de Ensayo**  
En su sede ubicada en: Talara Alta Mza. A Lote 62, Zona Industrial, distrito de Pariñas, provincia de Talara y departamento de Piura.

Con base en la norma  
**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración\***  
Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-O6P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 18 de octubre de 2019  
Fecha de Vencimiento: 17 de octubre de 2022

 Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA  
Alejandra FAU 20600283015 soft  
Fecha: 2021-07-07 09:50:33  
Motivo: Soy el Autor del Documento

**ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 02 de julio de 2021

Cédula N° : 794-2019-INACAL-DA  
Contrato N° : 040-2019-INACAL-DA  
Registro N° : LE - 147

\*La acreditación con la NTP-ISO/IEC 17025:2017 entra a partir del 21 de mayo de 2021 según Cédula de Notificación N° 254-2021-INACAL/DA.  
El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y símbolo de notificación, dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/la-acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/la-acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.  
La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la Organización Internacional de Normalización (ISO) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la Organización de Normalización Internacional (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la Organización de Normalización Internacional (ISO) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la Organización de Normalización Internacional (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la Organización de Normalización Internacional (ISO) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la Organización de Normalización Internacional (IAF).

DA-acr-O6P-03M Ver: 02

## Anexo 7. Certificado de acreditación



# CERTIFICATE OF ACCREDITATION

*This is to attest that*

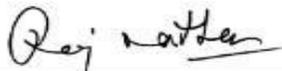
**QUIMPETROL PERU SAC**  
ZONA INDUSTRIAL MZ A LOTE 62-TALARA ALTA  
TALARA, 073, REPUBLIC OF PERU

**Testing Laboratory TL-913**

has met the requirements of AC89, *IAS Accreditation Criteria for Testing Laboratories*, and has demonstrated compliance with ISO/IEC Standard 17025:2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. This organization is accredited to provide the services specified in the scope of accreditation.

Effective Date March 21, 2020



  
\_\_\_\_\_  
*President*

Visit [www.iasonline.org](http://www.iasonline.org) for current accreditation information.

# SCOPE OF ACCREDITATION

International Accreditation Service, Inc.

3060 Saturn Street, Suite 100, Brea, California 92821, U.S.A. | www.iasonline.org

## QUIMPETROL PERU SAC

www.quimpetrolperu.pe/

**Contact Name** Segundo Rios Sanchez

**Contact Phone** +51 976395807

**Accredited to ISO/IEC 17025:2017**

**Effective Date** March 21, 2020

FIELDS OF TESTING	MATERIAL/ MATRIX	DETERMINANT(S)/ ANALYTE(S)	METHOD REFERENCE
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL INORGANIC</b>  <b>Air</b>  (Field collection + Lab Testing)	Atmosphere – Ambient	Material Particulado PM2.5. (Alto Volumen)	EPA CFR 40. Appendix J to part 50: Reference method for the determination of particulate matter as PM10 in the atmosphere.  AEN-PO-012
		Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of Air Pollutants", Wiley-Interscience, New York 1976.  AEN-PO-017 Determinación de Monóxido de Carbono en la atmósfera. Método 4: Carboxibenceno sulfonamida.
		Sulfuro de hidrógeno (H2S)	Norma COVENIN 3571:2000  AEN-PO-018 Determinación de la concentración de sulfuro de hidrogeno (H2s) en la atmosfera
		Ozono (O3)	Methods of Air Sampling and Analysis-411.  AEN-PO-019 Método de Determinación De Ozono en la Atmósfera.
		Material Particulado PM2.5 (Bajo Volumen).	EPA CFR 40, Part 50, Appendix L.: Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.
		Material Particulado PM10. (Alto Volumen)	EPA-Compendium Method IO-2.1: Sampling of Ambient Air for Total Suspended Particulate

TL-913  
QUIMPETROL PERU SAC



Page 2 of 5

# SCOPE OF ACCREDITATION

International Accreditation Service, Inc.

3060 Saturn Street, Suite 100, Brea, California 92821, U.S.A. | www.iasonline.org

FIELDS OF TESTING	MATERIAL/ MATRIX	DETERMINANT(S)/ ANALYTE(S)	METHOD REFERENCE
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL INORGANIC</b>  <b>Air</b>  (Field collection + Lab Testing) (cont'd.)	Atmosphere – Ambient (cont'd.)		Matter (SMP) and PM10 Using High Volume (HV) Sampler.
		Material Particulado PM10. (Bajo Volumen)	EPA-Compendium Method IO-2.3 Sampling of Ambient Air for PM10 Concentration Using the Rupprecht and Patashnick (R&P). Low Volume Partisol Sampler.
		Dióxido de azufre (SO2)	EPA CFR 40. Appendix A-2 to part 50.: Reference method for the determination of sulfur dioxide in the atmosphere. (Pararosaniline method).
		Dióxido de nitrógeno (NO2)	ASTM D1607-91 Standard test method for nitrogen dioxide content of the atmosphere. (Griess-Saltzman reaction).
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL INORGANIC</b>  <b>Air</b>  (Field testing)	Emission from Natural Gas-Fired Engines, Boilers and Process Heaters	Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, Oxido Nitrico, Oxidos Nitrosos, Oxigeno	CTM-022 /CTM-030 Determination of Nitric Oxide, Nitrogen Dioxide and NOx Emissions from Stationary Combustion Sources by Electrochemical Analyzer. /Determination of Nitrogen Oxides, Carbon Monoxide, and Oxygen Emissions using Portable Analyzers
	Atmospheric Emission	Dióxido de Azufre	EPA-40 CFR, Appendix A-4 to Part 60. Method 6C: Determination of sulfur dioxide emissions from stationary
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL INORGANIC</b>  <b>Air</b>  (Lab Testing)	Atmosphere – Ambient	Determinación de Peso. Filtros PM10 (Alto Volumen).	EPA CFR 40. Appendix J to part 50  AEN-PO-013
		Determinación de Peso. Filtros PM10 (Bajo Volumen).	EPA-Compendium Method IO-2.3.  AEN-PO-015
		Determinación de Peso. Filtros PM2.5 (Bajo Volumen)	EPA CFR 40, Part 50, Appendix L  AEN-PO-016
		Determinación de Peso. Filtros PM2.5 (Alto Volumen).	EPA CFR 40. Appendix J to part 50

TL-913  
QUIMPETROL PERU SAC



Page 3 of 5

# SCOPE OF ACCREDITATION

International Accreditation Service, Inc.

3060 Saturn Street, Suite 100, Brea, California 92821, U.S.A. | www.iasonline.org

FIELDS OF TESTING	MATERIAL/ MATRIX	DETERMINANT(S)/ ANALYTE(S)	METHOD REFERENCE
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL INORGANIC</b>  <b>Air</b>  (Lab Testing) (cont'd.)	Atmosphere – Ambient (cont'd.)		AEN-PO-014
		Dióxido de azufre (SO2)	EPA CFR 40. Appendix A-2 to part 50. Reference method for the determination of sulfur dioxide in the atmosphere. (Pararosaniline method).  AEN-PO-023
		Dióxido de nitrógeno (NO2)	ASTM D1607-91: Standard test method for nitrogen dioxide content of the atmosphere. (Griess-Saltzman reaction).  AEN-PO-024
		Monóxido de carbono (CO)	Peter O. Warner "Analysis of Air Pollutants", Wiley-Interscience, New York 1976.  AEN-PO-020 Determinación de Monóxido de Carbono en la atmósfera. Método 4: Carboxibenceno sulfonamida.
		Sulfuro de hidrógeno (H2S)	Norma COVENIN 3571:2000  AEN-PO-021 Determinación de la concentración de sulfuro de hidrogeno (H2s) en la atmosfera
		Ozono (O3)	Methods of Air Sampling and Analysis-411.  AEN-PO-022 Método de Determinación De Ozono en la Atmosfera.
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL INORGANIC</b>  <b>Solids</b>  (Field collection + Lab Testing)	Soil, Mud, Sediment	Cromo Hexavalente	EPA Method 3060 Rev.1 / EPA Method 7196 Rev.1: Alkaline Digestion for Hexavalent Chromium / Chromium, Hexavalent (Colorimetric)
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL INORGANIC</b>	Natural Water, Drinking Water and Wastes Water	Acidity	SMEWW 2310 B: Acidity Titration Method

TL-913  
QUIMPETROL PERU SAC



Page 4 of 5

# SCOPE OF ACCREDITATION

International Accreditation Service, Inc.

3060 Saturn Street, Suite 100, Brea, California 92821, U.S.A. | www.iasonline.org

FIELDS OF TESTING	MATERIAL/ MATRIX	DETERMINANT(S)/ ANALYTE(S)	METHOD REFERENCE
<b>Water</b> (Field collection + Lab Testing)			
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL INORGANIC</b> <b>Water</b> (Field collection)	Natural Water, Drinking Water, Saline Water and Wastes Water	Particulate Floatables	SMEWW 2530 B: Particulate Floatables
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL HYDROMETRY</b> <b>Water</b> (Field Testing)	Natural Water, Drinking Water, Saline Water and Wastes Water	Flow	UNE-EN ISO 748: Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats
<b>OCCUPATIONAL HEALTH &amp; SAFETY</b> <b>Air</b> (Field collection + Lab Testing)	Atmosphere - Ambient	Respirable Particulas Respirables.	NIOSH 0600. Issue 2. Particulates not otherwise regulated
		Particulas Totales o Inhalable.	NIOSH 0500. Issue 3. Particulates not otherwise regulated, Total.
<b>CHEMISTRY – ENVIRONMENTAL ACOUSTICS</b> <b>Acoustics</b> (Field Testing)	Atmosphere- Ambient	Environmental noise Noise	NTP-ISO 1996-1 / NTP-ISO 1996-2, ACOUSTICS. Measurement and assessment of environmental noise. Part1: Basic quantities and assessment procedures /. Part 2: Determination of environmental noise levels.

TL-913  
QUIMPETROL PERU SAC



Page 5 of 5