

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL  
RÍO UCHUSUMA EN LA ZONA DE ALTO PERÚ,  
CON FINES DE REPOBLAMIENTO DE LA  
TRUCHA *Oncorhynchus mykiss*, 2023**

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. Fredy Esfrayn Tapia Alave**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO PESQUERO**

TACNA – PERÚ

2024

# UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO UCHUSUMA EN  
LA ZONA DE ALTO PERÚ, CON FINES DE REPOBLAMIENTO  
DE LA TRUCHA *Oncorhynchus mykiss*, 2023”

Tesis sustentada y aprobada el 19 de Abril del 2024; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : .....  
Dr. Luis Antonio Espinoza Ramos

SECRETARIO : .....  
Dr. Luis Alberto Bernardo Rivera Chipana

MIEMBRO : .....  
MSc. Ederson Juan Montalico Pongo

ASESOR : .....  
MSc. Calixto Quispe Pilco

## **CERTIFICADO DE SIMILITUD**

Yo, Calixto Quispe Pilco, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 7599-2023-FCAG de la tesis de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO UCHUSUMA EN LA ZONA DE ALTO PERÚ, CON FINES DE REPOBLAMIENTO DE LA TRUCHA *Oncorhynchus mykiss*, 2023**. Presentado por el Bachiller **Fredy Esfrayn Tapia Alave**, para optar el título de Ingeniero Pesquero. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual Turnitin, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es **8 %** por lo que CERTIFICO LA SIMILITUD de la tesis esta de acuerdo al **nivel PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio Institucional. Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título.



-----  
Calixto Quispe Pilco  
DNI N° 42187413

## DEDICATORIA

*A Dios, por ser mi fortaleza.*

*A mis queridos padres, por todo el esfuerzo realizado para que pueda llegar a estas instancias y sus sabios consejos, por reforzar mis valores de autoestima, respeto y responsabilidad en la vida cotidiana y estar presentes cuando los necesitaba.*

*Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.*

*También va dedicado a mis hermanos y toda mi familia por el apoyo incondicional en la ejecución de esta investigación.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mis padres, mis hermanos y toda mi familia por impulsarme día a día a cumplir mis metas.*

*Muy agradecido con mi asesor de tesis MSc. Calixto Quispe Pilco, por su apoyo incondicional, por sus indicaciones, por su paciencia y por su aporte en el campo de la investigación.*

*A mi alma mater, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.*

*A mis docentes, por brindarme los conocimientos necesarios para desempeñarme profesionalmente.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	3
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	3
1.2. Formulación del problema .....	4
1.2.1. Problema general .....	4
1.2.2. Problemas específicos .....	4
1.3. Delimitación de la investigación .....	4
1.3.1. Delimitación temporal .....	4
1.3.2. Delimitación espacial .....	5
1.3.3. Delimitación teórica .....	5
1.4. Justificación e importancia de la investigación .....	5
1.5. Limitaciones .....	6
1.6. Formulación de objetivos .....	6
1.6.1. Objetivo general .....	6
1.6.2. Objetivos específicos .....	6
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1. Antecedentes de estudio .....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	7
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	9
2.1.3. Antecedentes regionales .....	10

2.2. Bases teóricas .....	12
2.2.1. Trucha .....	12
2.2.2. Historia de la trucha.....	12
2.2.3. Valor nutricional de la trucha .....	13
2.2.4. Taxonomía .....	13
2.2.7. Parámetros para su cultivo.....	15
2.2.8. Cultivo de truchas a nivel nacional .....	16
2.3. Definición de los términos .....	20
2.3.1. Agua .....	20
2.3.2. Calidad .....	20
2.3.3. Fisicoquímica .....	20
2.3.4. Microbiológico .....	20
2.3.5. Repoblamiento .....	20
2.3.6. Trucha .....	21
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO .....	22
3.1. Lugar de ejecución .....	22
3.1.1. Flora y fauna.....	22
3.1.2. Clima .....	23
3.2. Área de estudio.....	25
3.3. Tipo, nivel y diseño de investigación .....	27
3.3.1. Tipo de investigación.....	27
3.3.2. Nivel de investigación.....	27
3.3.3. Diseño de investigación.....	27
3.4. Operacionalización de variables .....	27
3.4.1. Variable independiente.....	27
3.4.2. Variable dependiente.....	28
3.4.3. Cuadro de operacionalización de variables.....	28
3.5. Población y muestra .....	30

3.5.1. La población .....	30
3.5.2. Muestra .....	30
3.6. Metodología experimental .....	30
3.6.1. Análisis fisicoquímico .....	30
3.6.1.1. Selección de los puntos de muestreo .....	30
3.6.1.2. Toma de muestras.....	30
3.6.1.3. Análisis físico.....	30
3.6.1.4. Análisis químico .....	31
3.6.1.5. Interpretación de los resultados .....	31
3.6.2. Análisis microbiológicos .....	31
3.6.3. Medición de caudal.....	31
3.7. Material y métodos .....	33
3.7.1. Materiales .....	33
3.8. Técnicas e Instrumentos.....	34
3.8.1. Procesamiento de datos.....	34
CAPÍTULO IV RESULTADOS .....	35
4.1. Presentación de resultados .....	35
4.1.1. Calidad fisicoquímica del agua del río Uchusuma .....	35
4.1.2. Calidad microbiológica del agua del río Uchusuma .....	41
4.1.3. Parámetros evaluados del agua del río Uchusuma versus los estándares de la calidad ambiental.....	42
4.1.4. Medición de caudal del río Uchusuma - Alto Perú.....	44
CAPÍTULO V DISCUSIÓN.....	49
5.1. Discusión .....	49
Conclusiones .....	52
Referencias Bibliográficas .....	55
Anexos.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Derechos acuícolas otorgados por año y departamento para el cultivo de trucha</i> .....	17
<b>Tabla 2</b> <i>Área otorgada (ha) por año y departamento para el cultivo de trucha (Oncorhynchus mykiss)</i> .....	18
<b>Tabla 3</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	29
<b>Tabla 4</b> <i>Valores K para diferentes materiales del fondo del canal</i> .....	33
<b>Tabla 5</b> <i>Estaciones de muestreo</i> .....	35
<b>Tabla 6</b> <i>Análisis fisicoquímicos del agua del río Uchusuma del 2023</i> .....	36
<b>Tabla 7</b> <i>Análisis fisicoquímicos del agua del río Uchusuma E-a y E-b del 2024</i> .....	39
<b>Tabla 8</b> <i>Análisis microbiológico del agua del río Uchusuma del 2023</i> .....	42
<b>Tabla 9</b> <i>Resultados promedio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de agua del río Uchusuma del 2023</i> .....	43
<b>Tabla 10</b> <i>Estación de muestro del 2023</i> .....	45
<b>Tabla 11</b> <i>Características métricas del río Uchusuma para obtener el caudal para cada estación de muestreo de agosto del 2023</i> .....	46
<b>Tabla 12</b> <i>Estación de muestreo del 2024</i> .....	46
<b>Tabla 13</b> <i>Característica del caudal del río Uchusuma 2024</i> .....	47
<b>Tabla 14</b> <i>Registro del proyecto especial Tacna-PET</i> .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Trucha (Oncorhynchus mykiss)</i> .....	12
<b>Figura 2</b> <i>Taxonomía de la trucha</i> .....	14
<b>Figura 3</b> <i>Los parámetros óptimos para el cultivo de trucha</i> .....	16
<b>Figura 4</b> <i>Ubicación geográfica del Centro Poblado Alto Perú del 2023</i> ...	23
<b>Figura 5</b> <i>Vista satelital del lugar</i> .....	24
<b>Figura 6</b> <i>Centro Poblado de Alto Perú</i> .....	24
<b>Figura 7</b> <i>Mapa geográfico del distrito de Palca</i> .....	25
<b>Figura 8</b> <i>Delimitación del lugar de estudio</i> .....	26
<b>Figura 9</b> <i>Estaciones de muestreo en un tramo de 2100 metros</i> .....	27
<b>Figura 10</b> <i>Resultados E1, E2 y E3 de parámetros físicos de temperatura del 2023</i> .....	37
<b>Figura 11</b> <i>Resultados E1, E2 y E3 de parámetros físicos de pH del 2023</i> .....	38
<b>Figura 12</b> <i>Resultados E1, E2 y E3 de parámetros químicos del 2023</i> ....	38
<b>Figura 13</b> <i>Resultados Ea y Eb de parámetros físicos de temperatura del 2024</i> .....	40
<b>Figura 14</b> <i>Resultados Ea y Eb de parámetros físicos de temperatura del 2024</i> .....	40
<b>Figura 15</b> <i>Resultados Ea y Eb de parámetros químicos del 2024</i> .....	41
<b>Figura 16</b> <i>Resultados de la E1, E2 y E3 del caudal (m<sup>3</sup>/s) 2023</i> .....	45
<b>Figura 17</b> <i>Resultados de la Ea y Eb del caudal (m<sup>3</sup>/s) 2024</i> .....	47

## RESUMEN

Hace años atrás, el río Uchusuma ubicado en la zona de Alto Perú, de la región Tacna, contaba con una diversidad de especies acuáticas que al día de hoy han mermado y/o desaparecido algunas especies principales como la trucha (*Oncorhynchus mykiss*). En la actualidad, al ver que ha mermado la producción de las especies, existe una preocupación de los pobladores que buscan una explicación al acontecimiento. Es por ello, que el presente trabajo de investigación científica tuvo como objetivo general evaluar la calidad del agua del río Uchusuma con fines de repoblamiento de trucha. La investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo, con un diseño no experimental. Se evaluó la calidad fisicoquímica del agua del río, cuyos valores promedio fueron, temperatura 14,27°C; pH 7,5; oxígeno disuelto 10 mg/L; amonio <0,05 mg/L; nitratos < 0,5 mg/L; nitritos 0,02 mg/L, fosfatos 0,08 mg/L, conductividad eléctrica: 0,66 mS/cm; carbonatos: 0,0 mg/L; bicarbonatos: 84,4 mg/L cloruros 17,5 mg/L; dureza: 207,0 mg/L; alcalinidad 70,50 mg/L; CO<sub>2</sub>: 0,0 mg/L, y salinidad de 0,42. Además, se evaluó la calidad microbiológica encontrando valores promedio de Bacterias heterótrofas 0,1 UFC/ml, Coliformes totales de 14 UFC/100ml y *Escherichia coli* de <1,8 UFC/100ml. El contenido de fosfatos no cumplió con los límites máximos permisibles (LMP) de los estándares de calidad ambiental del agua (ECAs, categoría 2); sin embargo, los fosfatos no son tóxicos para la trucha, pero ocasionan el crecimiento de gran cantidad de vegetación y algas, y también podría originar la eutrofización.

**Palabras clave:** Calidad del agua, río, repoblamiento, trucha.

## ABSTRACT

Years ago, the Uchusuma River located in the Alto Perú area, in the Tacna region, had a diversity of aquatic species that today have decreased and/or disappeared some main species such as trout (*Oncorhynchus mykiss*). Currently, seeing that the production of the species has decreased, there is concern among the residents who are looking for an explanation for the event. For this reason, the general objective of this scientific research work was to evaluate the water quality of the Uchusuma River for trout repopulation purposes. The research was applied, descriptive level, with a non-experimental design. The physicochemical quality of the river water was evaluated, whose average values were, temperature 14,27°C; pH 7,5; dissolved oxygen 10 mg/L; ammonium <0,05 mg/L; nitrates < 0,5 mg/L; nitrites 0,02 mg/L, phosphates 0,08 mg/L, electrical conductivity: 0,66 mS/cm; carbonates: 0,0 mg/L; bicarbonates: 84,4 mg/L chlorides 17,5 mg/L; hardness: 207,0 mg/L; alkalinity 70,50 mg/L; CO<sub>2</sub>: 0,0 mg/L, and salinity of 0,42. In addition, the microbiological quality was evaluated by finding average values of heterotrophic bacteria of 0,1 CFU/ml, total coliforms of 14 CFU/100ml and *Escherichia coli* of <1,8 CFU/100ml. The phosphate content did not comply with the Maximum Permissible Limits (MPL) of the Environmental Water Quality Standards (ECAs, category 2); However, phosphates are not toxic to trout, but they cause the growth of large amounts of vegetation and algae, and could also cause eutrophication.

**Keywords:** Water quality, river, repopulation, trout.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación de los ríos constituye un problema significativo a nivel global, dado que pone en peligro la supervivencia de numerosas especies comestibles. Además, muchas personas dependen de estos cuerpos de agua para consumo directo o para regar cultivos, lo que podría resultar en la contaminación de los alimentos y en última instancia, afectar la salud pública. Asimismo, los desechos vertidos en estos ríos suelen llegar hasta los océanos, exacerbando aún más los daños ambientales (Unesco, 2020).

A nivel global, alrededor de 500 ríos principales se ramifican en afluentes más pequeños y lamentablemente más de la mitad de estos ríos esenciales están contaminados. Esta situación tiene un impacto significativo en la disponibilidad de agua dulce potable en el mundo, disminuyendo considerablemente su cantidad (Aquae, 2022).

Durante el año pasado, un estudio llevado a cabo por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas logró detectar 59 micro contaminantes en el agua de los ríos. Los principales responsables de esta contaminación fueron la agricultura y las áreas urbanas que depositan sus residuos en lugares inadecuados, los cuales luego son arrastrados hacia los ríos (Nunez, 2011).

En Perú, los ríos sufren contaminación a diario y el Estado no toma medidas para solucionar este problema. Por el contrario, algunas entidades estatales también contribuyen a la contaminación, ya que las empresas de saneamiento vierten aguas residuales y desechos sólidos en los cuerpos de agua, violando la Ley N° 29338 (Molleda & Curazzi, 2023).

Por otra parte, Quevedo (2023) en relación a la calidad ambiental según el Ministerio del Ambiente, señala que en Perú, el crecimiento descontrolado de la población es la principal causa de la contaminación de los ríos junto con las prácticas inadecuadas de la población. En la actualidad, la mayoría de las cuencas hidrográficas del país están contaminadas y en el año 2016 se identificaron 2,658 fuentes de contaminación (Berrospi, 2022).

Uno de los ríos afectados por la contaminación es el río Uchusuma, en los últimos años, ha experimentado una notable disminución en la cantidad de especies de peces que solía albergar, generando preocupación por su eventual desaparición completa. Por esta razón, en el presente trabajo de investigación se propone evaluar la calidad del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú, con el objetivo de repoblamiento de trucha *Oncorhynchus mykiss*.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

El río Uchusuma desempeña funciones ambientales vitales, incluyendo el suministro de agua para consumo humano y animal, el riego de bofedales y pastizales, así como el mantenimiento de la diversidad de flora y fauna acuática. Durante años, el río albergaba una variada gama de especies acuáticas; pero, en la actualidad se ha observado una disminución significativa e incluso la desaparición de algunas especies principales como la trucha.

En tiempos pasados, el río Uchusuma ofrecía una amplia variedad de especies acuáticas, incluyendo la trucha *Oncorhynchus mykiss*, Karachi *Orestias olivaceus*, suche *Trichomycterus rivulatus* y ranas *Batrachophrynus macrostomus*. Los habitantes locales aprovechaban estas especies para su consumo, asegurando así una dieta equilibrada.

Actualmente, ante la disminución en la producción de especies, los habitantes locales están preocupados y buscan una explicación para este fenómeno. Por esta razón, este trabajo de investigación científica se propone proporcionar una explicación a la población, evaluando la calidad e inocuidad del agua. Se considerarán diversos factores, como el cambio climático y sus fenómenos asociados (bajas temperaturas, heladas, nevadas, fuertes vientos y sequías), así como las actividades humanas, como la construcción de proyectos viales y el tráfico vehicular que emite partículas de polvo. Estos factores podrían haber afectado la calidad del agua y haber contribuido a la desaparición de especies acuáticas.

Por lo tanto, se considera necesario llevar a cabo una evaluación utilizando el método científico y recopilar información técnica suficiente para recomendar el repoblamiento de truchas en el río Uchusuma en la zona de Alto Perú, en beneficio de los habitantes de la comunidad campesina de Alto Perú.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad del agua de río Uchusuma en la zona de Alto Perú, con fines de repoblamiento de la trucha *Oncorhynchus mykiss*, 2023?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la calidad fisicoquímica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú, con fines de repoblamiento de la trucha *Oncorhynchus mykiss*, 2023?
- ¿Cuál es la calidad microbiológica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú, con fines de repoblamiento de la trucha *Oncorhynchus mykiss*, 2023?
- ¿Cuál es la comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú, con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECAs), con fines de repoblamiento de trucha *Oncorhynchus mykiss*, 2023?

## **1.3. Delimitación de la investigación**

### **1.3.1. Delimitación temporal**

La investigación se delimita a tener resultados de la calidad del río Uchusuma en el año 2023, por ende, la investigación demuestra la situación y problema de la calidad del agua de dicho río en un determinado momento del año 2023.

### **1.3.2. Delimitación espacial**

La investigación se delimita a investigar un área específica del río Uchusuma ubicado en la zona de Alto Perú, de la comunidad campesina de Alto Perú, del distrito de Palca, provincia de Tacna, de la región Tacna.

### **1.3.3. Delimitación teórica**

A nivel teórico la investigación se delimita a considerar las teorías relevantes sobre la calidad de agua con fines de repoblamiento de trucha. Es decir, esta investigación tiene como marco de referencia las teorías sobre el cultivo de trucha, su hábitad, valor nutricional, taxonomía, alimentación, parámetros de cultivo.

## **1.4. Justificación e importancia de la investigación**

La relevancia del presente trabajo de investigación es que se generará información técnica y científica que facilitará la ejecución de un programa de repoblamiento de truchas, centrándose en la gestión del recurso, una explotación responsable y sostenible para el consumo humano. Esto contribuirá a la seguridad alimentaria de los habitantes de la comunidad campesina de Alto Perú.

Principalmente, restaurar el entorno a su estado previo se convierte en una prioridad, ya que la zona cuenta con las condiciones óptimas para ello. Al mantener un suministro constante de agua proveniente del río Uchusuma, se puede asegurar la producción continua de truchas *Oncorhynchus mykiss*. Esto fomenta la creación de empleos y la generación de ingresos para los habitantes locales, quienes se comprometen con el aprovechamiento responsable de este recurso. Asimismo, promueve la participación de los miembros de la comunidad en actividades pesqueras, lo que puede impulsar iniciativas emprendedoras inclusivas y al mismo tiempo fomentar la conservación del río Uchusuma mediante una explotación responsable. Este enfoque, en última instancia, contribuye a mejorar la economía familiar de subsistencia y a lograr el

desarrollo social, económico y ambiental en la comunidad campesina de Alto Perú.

### **1.5. Limitaciones**

Se identifica como una restricción que los hallazgos del trabajo de investigación únicamente representen las condiciones de la calidad del agua del río Uchusuma en un momento específico y en un área concreta del mismo. Por lo tanto, en futuros estudios sería necesario examinar otras zonas específicas del río en diversos momentos a lo largo del año.

### **1.6. Formulación de objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con fines de repoblamiento de trucha *Oncorhynchus mykiss*, 2023

#### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la calidad fisicoquímica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con fines de repoblamiento de trucha *Oncorhynchus mykiss*, 2023
- Evaluar la calidad microbiológica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con fines de repoblamiento de trucha *Oncorhynchus mykiss*, 2023
- Comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECAs), con fines de repoblamiento de trucha *Oncorhynchus mykiss*, 2023

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Según Pauta-Calle et al. (2019) en la investigación “Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador” al cabo de los resultados que, en condiciones de poca agua, el límite ofrece corto de lo que una unidad de valor al puntero absoluto AQI, particularmente en las zonas central y baja. No es peculiar que la mejora de los interceptores irrelevantes (una organización de limpieza escandalosa) firmemente impacto en la disminución de ensuciamiento microbiano, sin llegar a los mejores niveles (MPN/100 ML, como 1.000) debido a los elementos referenciados anteriormente. Menos gigantesco que el ensuciamiento microbiano son el ensuciamiento por materia ordinaria y la utilización de oxígeno. Algunas restricciones que reducen las posibilidades del activo son los suplementos de nitrógeno y fósforo procedentes de fuentes puntuales, por ejemplo, los vertidos de aguas domésticas y de fuentes no puntuales, que son peligrosas y complicados de controlar, por ejemplo, los vertidos superficiales directos provenientes de zonas metropolitanas y normales.

Según Arízaga (2018) en la investigación “Evaluación de los impactos de la industria de trucha arcoíris en la calidad del río Quinuas, Parque Nacional el Cajas”, se evaluó la calidad del agua separando los resultados físico-críticos aguas arriba y en el canal de descarga de cuatro ranchos piscícolas (Dos Chorreras, Reina del Cisne, Estación Arco Iris y ETAPA) que captan sus aguas y descargan sus efluentes en el Arroyo Quinuas, con disminución del pH en Dos Chorreras, Estación Arco Iris y ETAPA, y muy extendida en Reina del Cisne, sin que el límite esencial muestre cambios tremendos en nitrógeno de los ranchos piscícolas; además,

la turbidez en Dos Chorreras muestra cambios inmensos en todos los tipos de arroyos (aparte de los arroyos altos), mientras que en los otros ranchos piscícolas no muestra cambios colosales. Por último, se conjetura que la extensión descontrolada en esta mejora podría tener resultados opuestos sobre el agua pensada del manantial Quinuas.

Según Hernández et al. (2020) en la investigación “Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en dos cuencas tributarias del río Tuxcacuesco, Jalisco, México” concluyó que se recolectaron 928 individuos contrastando con ocho órdenes y 13 familias, 505 individuos se recolectaron en la evaluación de época turbulenta y 423 en la evaluación de época seca. De las 13 familias, cinco se relacionaban con recolección utilitaria de rastreadores y ocho con recolección de energía. La familia con más personas reunidas fue Hydropsychidae con 431 individuos, seguida por Tricorythidae con 114 individuos y Leptopheibidae con 78 personas reunidas. Los factores normales que más inciden en la presencia de familias delicadas de macroinvertebrados son el flujo y la conductividad eléctrica. En la cuenca de Apulco, la corriente está restringida por una represa río arriba, lo que hace que la corriente prácticamente desaparezca durante la estación seca, lo que hace que el marco normal de la corriente cambie y afecte directamente a las organizaciones naturales y las poblaciones humanas, ya que los patrones estándar de podredumbre y ciclos de suplementos no ha terminado lo suficiente, ajustando las asociaciones tróficas y la idea del clima marino general. En la actualidad, la quebrada Tonaya no presenta cambios en el marco de las corrientes ordinarias y no obstante la forma en que hacia el final de la estación seca pierde agua, las condiciones para la cimentación de redes de macroinvertebrados están satisfechas. Por todo lo anterior, los datos sugieren que la taza del alimentador de la quebrada Tonaya presenta una mejor calidad de agua, mientras que la taza de Apulco presenta la peor evaluación de IIB.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Según Rodríguez (2021) en la investigación “Análisis de la calidad del agua en ríos de la cuenca Chancay-Lambayeque, Perú” razonó que las marcas de corte fisicoquímicas y microbiológicas concentradas de las quebradas en general, no superan las cualidades establecidas en las Normas de Calidad Ecológica (NCE) para agua Clase 3 (agua para borde de alpechín y bebida de criaturas), anulando la norma, las quebradas tienen un pH fuera del rango de las NCE (6,5 – 8,5) y las cuatro partes contaminantes, es decir, aluminio, hierro, cobre y zinc superan el puntero de las NCE en tres de las cuatro quebradas. La evaluación ha permitido estudiar los cuerpos de agua de la cuenca Chancay-Lambayeque, situada en el norte de Perú, utilizando dos documentos de calidad cuyos resultados son, en sentido general, comparativos entre los dos marcos. Estos resultados ayudan a comprender que la posibilidad de los cauces y surgencias de la cuenca puede verse afectada por las actividades antropogénicas y los ciclos de larga duración que se suceden, especialmente en el trozo superior de la cuenca.

Según Melgarejo (2020) en la investigación “Evaluación de la calidad de agua del río Aco afectado por vertimiento de efluentes domésticos en el distrito de Llata, Huánuco” determinó que los límites evaluados en las zonas del cauce del río Aco que sobrepasan el ECAS y en consecuencia deben ser controlados son: puntos finales fisicoquímicos: conductividad eléctrica, dentro del ECAS es de 2500 uS/cm y en el examen supera en la zona de Rondos aguas abajo con 2536. 88 Us/cm con 35%; mientras que no supera el ECA, en ese marco, en la zona de Llacuy 200 m aguas abajo 2396,22 uS/cm con 33%, en tercer lugar, en la zona de Rondos aguas arriba 2340. 11uS/cm con 32%; límites microbiológicos: en coliformes todos juntos, el ECA 1000 NMP/100ml, en el ensayo se superó primero en bastante tiempo zona aguas abajo, 1020 NMP/100ml, igualmente en Llacuy 200 m aguas abajo, 1000 NMP/100ml, en tercer punto, en la zona aguas arriba de Rondos, por debajo de 132 NMP/100ml: En coliformes coli el ECA 1000 NMP/100ml, en el trabajo de examen quedó en primer lugar en la zona

aguas abajo de Rondos llegando a 1013 NMP/100ml, en segundo lugar en Llacuy 200 m aguas abajo llegó a 1010 NMP/100ml, en tercer lugar donde no pasan en la zona aguas arriba de Rondos llegando a 83 NMP/100ml.

Según Malaver (2022) en la investigación “Evaluación de la calidad del agua en el río Huamachuquino, aplicando el índice de calidad ambiental para agua, Cajamarca 2021” evaluó la calidad de agua de la quebrada Huamachuquino incluyendo el Registro Biológico de Calidad del Agua, donde se estableció que el agua tiene una mala calidad tanto para el marco hídrico vegetal como para la bebida de los animales, mostrando que el agua de la quebrada debería pasar por un tratamiento previo. El físico-sintético y microbiológico no permanentemente establecido, donde una cantidad de 31 puntos de corte fueron analizados para las dos pantallas (M1 que contrasta con la estación seca y M2 que tiene un punto con la estación blustery), donde fue procurado que 9 puntos de corte sobrepasaron la subcategoría D1, mientras que 10 puntos de corte tenían documentos más altos que la subcategoría D2. Por último, se realiza la hipótesis  $H_0$  percibiendo, donde se demuestra que "la evaluación de la naturaleza hídrica de la quebrada Huamachuquino, aplicando el registro regular de calidad de agua, muestra que no se ajusta a los ECAs establecidos en el D.S. 004-2017-MINAM.

### **2.1.3. Antecedentes regionales**

Según Dueñas & Moreno (2021) en la investigación “Evaluación hidrogeoquímica y de calidad de aguas, de la parte alta de la cuenca del río Sama-Tacna, para identificar fuentes de consumo humano” concluyó que la porción alta de la cuenca de la quebrada Sama en el departamento de Tacna, es significativo para los esfuerzos de investigación del Programa de Hidrogeología del INGEMMET. Las subcuencas Alto Sama y Salado se ubican en la porción alta de la cuenca de la quebrada Sama, la cual tiene una superficie total de alrededor de 1 209,55 km<sup>2</sup>. Para el trabajo de campo en 2016 se utilizaron dos cruces de campo. El primero tuvo lugar del 28 de

abril al 22 de mayo y el segundo del 12 de julio al 5 de agosto, respectivamente. Estos datos de campo sirvieron de base para la elaboración de un retrato hidrogeológico e hidrogeoquímico.

Según Bartra (2019) en la investigación “Evaluación de la remoción de Arsénico utilizando la microalga *Chlorella Vulgaris* en aguas superficiales del río Uchusuma, Tacna-Perú” concluyó que la microalga *Chlorella vulgaris* no presentaba numerosas complejidades en el desarrollo de la población en los medicamentos 1, 2, 3, 4 y 5, que introducían un tamaño, una forma y una variedad suficientes que pueden examinarse fácilmente en condiciones de laboratorio. En los efectos posteriores de los ejemplos diseccionados, es obvio que no había una distinción tremenda entre los medicamentos en cuanto al nivel de expulsión, con las pruebas A - 20%, B - 40% y C - 60% obteniendo 76,19%, 76,19% y 76,52% por separado, que están dentro de los Principios de Calidad Natural (NCA) para el agua. Por fin, se razona que la expulsión de arsénico por *Chlorella vulgaris* fue convincente, lo que adelanta la utilización esperada de esta microalga *Chlorella vulgaris* en el agua de la quebrada Uchusuma en Tacna.

Según Castro et al. (2022) en la investigación “Evaluación del impacto ambiental debido a la crianza de Trucha en la laguna Aricota, Tacna” determinó que los impactos regulares provocados por la acuicultura en la laguna de Aricota eran bastante negativos. Una evaluación fisicoquímica del agua mostró que los límites regulares y microbiológicos no daban señales de contaminación normal o natural. En el momento en que se separó para metales completos, se encontraron grados elevados de arsénico ( $0,672 \pm 0,0056$  mg/L) y boro ( $8,78 \pm 0,2687$  mg/L) más que las directrices de Calidad Medioambiental para este tipo de masa de agua. Por fin, como muestra la cantidad de fósforo ( $0,08 \pm 0,0141$  mg/L) encontrada, la laguna mareal fluyente se denomina eutrófica según la recopilación.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Trucha

La trucha “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) fue importada desde Estados Unidos en 1925. El método de cría utilizado para esta especie incluye la construcción de estanques cerca de los cauces de agua en áreas de alta montaña andina, así como el uso de jaulas flotantes en lagunas y lagos adecuados para su crianza (PRODUCE, 2015).

### Figura 1

*Trucha (Oncorhynchus mykiss)*



Nota: PRODUCE (2015).

### 2.2.2. Historia de la trucha

La trucha arco iris es originaria de arroyos y estanques en Norteamérica, específicamente al oeste de las montañas Rough. Sin embargo, en la actualidad, se encuentra presente en todo el mundo debido a su popularidad en la pesca deportiva y a la calidad de su carne. Su introducción a nivel global se intensificó principalmente en la década de 1950 con el desarrollo de alimentos en forma de pellets. La pesca y la cría de truchas continúan siendo actividades importantes en muchas cuencas de países tropicales y subtropicales de Asia, África oriental y Sudamérica. A lo largo de su difusión, se han desarrollado varias variedades o cepas locales adaptadas, mientras que otras han sido creadas mediante una selección meticulosa y cruzamiento para mejorar las características del pez en términos de cultivo (Doadrio, 2002).

La trucha arco iris llegó a Perú en la década de 1930, procedente de Norteamérica y en la actualidad se considera un grupo de animales que se han adaptado al medio local. Así mismo, actualmente, se encuentra presente principalmente en regiones como Cuzco, Junín, Ancash, Puno, Pasco, Cajamarca, Piura, La Libertad, Huánuco, Lima, Arequipa, Abancay, Moquegua, Amazonas, Tacna, Huancavelica y Apurímac (Doadrio, 2002).

### **2.2.3. Valor nutricional de la trucha**

La carne de trucha es una opción baja en grasas y no contiene carbohidratos ni azúcares, proporcionando solo 111 calorías por porción. Además, es rica en nutrientes como las vitaminas B9, B3, B12 y B7, así como en vitamina D, vitamina E, ácido fólico y vitamina A. También es una valiosa fuente de minerales esenciales para el buen funcionamiento del cuerpo, incluyendo fósforo, selenio, potasio, magnesio, manganeso, calcio, zinc, cobre, hierro y sodio (Doadrio, 2002).

La trucha ofrece un alto contenido proteico que contribuye al fortalecimiento y aceleración del desarrollo muscular. Asimismo, al igual que el salmón, es una valiosa fuente de ácidos grasos Omega-3. Su bajo contenido en sal lo convierte en una opción adecuada para aquellas personas que padecen hipertensión (Doadrio, 2002).

### **2.2.4. Taxonomía**

De acuerdo con la información proporcionada por PRODUCE (2015) la clasificación taxonómica de la trucha se presenta como se indica en la Figura 2.

## Figura 2

### *Taxonomía de la trucha*

TAXONOMIA	
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Osteichtyches
Subclase	Actinopterigios
Orden	Salmoniformes
Suborden	Salmonnoidei
Familia	Salmonidae
Subfamilia	Salmoninae
Genero	Oncorhynchus
Especie	Mykiss
Nombre científico	Oncorhynchus mykiss
Nombre común	Trucha arco iris

Nota: PRODUCE (2015).

### 2.2.5. Alimentación

Durante su crianza en los centros de incubación, las truchas son alimentadas con un pienso conocido como "pellet", elaborado con harina de pescado, proporcionado de 1 a 3 veces al día. A partir de los 5 años o cuando alcanzan la mitad de su ciclo de vida, se les brinda cuidados específicos para evitar que crezcan excesivamente grandes antes de ser comercializadas. Este cuidado meticuloso garantiza la calidad y la limpieza en el cultivo de las truchas. En su entorno natural, las truchas que habitan en los arroyos, ríos y lagos de montaña tienden a alimentarse entre sí, siendo las más grandes las que dominan sobre las más pequeñas. Además, como depredadoras, suelen cazar insectos jóvenes, pequeños peces y moluscos de agua dulce, adaptándose a su tamaño y a las condiciones del entorno. Por lo tanto, se puede afirmar que la trucha es un pez carnívoro (EcuRed, 2017).

En su ambiente natural de ríos y lagunas, la trucha se alimenta de diversos recursos, como otros peces, así como caracoles, pulgas de agua, pequeños camarones, lombrices, insectos y otros invertebrados acuáticos. Sin embargo, también se observa canibalismo entre las truchas, lo que constituye otra forma de alimentación en entornos donde la vida acuática depende de la disponibilidad de alimentos para la supervivencia.

#### **2.2.6. Cultivo**

De acuerdo con la información proporcionada por PRODUCE (2015) en las regiones alto andinas se emplea comúnmente un sistema de jaulas flotantes para el cultivo de truchas. Este método se practica en 16 departamentos andinos del Perú, principalmente utilizando ovas importadas para la crianza. Los principales productores son Puno (66%), Junín (20%), Huancavelica (3,4%), Cuzco (1,3%), Cajamarca (1,3%) y Ayacucho (1,1%).

#### **2.2.7. Parámetros para su cultivo**

### Figura 3

*Los parámetros óptimos para el cultivo de trucha*

Parámetro	Cantidad idónea
Temperatura	7.2°C - 17°C
Oxígeno disuelto	5 mg/l a 5.5 mg/l
pH	6.7 a 9.0
Dióxido de carbono	Menor a 2 mg/l
Calcio	Mayor a 52 mg/l
Amonio	Menor a 0.012 mg/l como NH <sub>3</sub>
Zinc	Menor a 0.04 mg/l a pH de 7.6
Nitrito	Menor a 0.55 mg/l
Nitrógeno	Menor a 110% de saturación total
Sólidos suspendidos	Menor a 8. Mg/l
Sólidos disueltos	Menor a 400 mg/l
Ácido sulfhídrico	Menor a 0.002 mg/l

Nota: Camacho (2000).

#### 2.2.8. Cultivo de truchas a nivel nacional

La Tabla 1 se muestra de la proporción de los datos de la Dirección General de Acuicultura (DGA) que muestran que, al 31 de diciembre de 2021, hay un total de 3,146 permisos de acuicultura vigentes, abarcando una superficie total de 2,943.10 hectáreas, distribuidos en el Catastro Público de Acuicultura.

De estos, 9 derechos corresponden al sector de Acuicultura de Mediana y Gran Empresa (AMYGE), cubriendo una superficie de 431,61 hectáreas. Además, 1,364 derechos pertenecen a la categoría de Pequeña y Mediana Empresa (AMYPE), ocupando un área de 2,352.01 hectáreas, mientras que 1,773 derechos corresponden a la Acuicultura de Recursos Limitados (AREL), en una superficie de 159.47 hectáreas.

Durante el periodo de 2017 a 2019, la Dirección General de Acuicultura llevó a cabo trabajos de formalización que resultaron en un aumento general de las oportunidades otorgadas, con un enfoque particular en la Acuicultura de Recursos Limitados (AREL). Sin embargo, debido a las restricciones ocasionadas por la pandemia de Covid-19, se registró una disminución en los permisos otorgados para el cultivo de trucha en el año 2020, con un total de 331 nuevos derechos concedidos (PRODUCE, 2022).

**Tabla 1**

*Derechos acuícolas otorgados por año y departamento para el cultivo de trucha*

DEPARTAMENTO	1994-2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Cusco	4	3	25	16	8	13	39	152	135	64	104	563
Puno	109	19	23	29	45	51	42	43	53	33	58	505
Apurímac	3	8	3	8	8	3	32	26	106	69	83	349
Ayacucho	24	23	29	21	31	28	26	21	11	46	20	280
Junín	101	13	19	15	12	1	29	27	23	10	18	268
Cajamarca	8	11	6	15	9	9	10	28	41	9	62	208
Arequipa	77	3	7	4	13	5	20	21	11	13	7	181
Huancavelica	11		5	8	4	12	22	12	13	10	75	172
La Libertad	3	5	2	2	3	22	52	28	7	20	20	164
Huánuco	8	4	5	1	2	10	24	6	18	9	42	129
Pasco	18	11	5	13	12	5	5	5	9	6	6	95
Lima	1	1		4	6	9	16	21	7	11	11	87
Amazonas	6		6	5	1	3	8	6	8	18	2	63
Ancash	20						1	8	4		1	34
Tacna	3		1		2	3	1	1	1	2		14
Moquegua	1	1							1	8	2	13
Piura							1	8	2			11
Lambayeque										2	4	6
San Martín			1							1	2	4
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>397</b>	<b>102</b>	<b>137</b>	<b>141</b>	<b>156</b>	<b>174</b>	<b>328</b>	<b>413</b>	<b>450</b>	<b>331</b>	<b>517</b>	<b>3 146</b>

Nota: PRODUCE (2022).

La Tabla 2 muestra que entre 1994 al 2011, se otorgaron 368,74 hectáreas a nivel nacional para el cultivo de truchas. Con el tiempo, la cantidad de tierras asignadas para este fin ha experimentado variaciones en distintas regiones, con la excepción del año 2016, cuando la comunidad

de Puno adquirió un derecho de 463,05 hectáreas de la entidad Vanech Perú S.R.L.

De manera similar, en 2018, Tacna registró un derecho de 559.80 hectáreas otorgado a la Empresa Comunal Autogestionaria de Producción-Importación-Exportación y Comercialización de Truchas Huaytire-EMCAPIETH. En términos de superficie, la delegación de Puno es la que cuenta con la mayor extensión permitida, con un total de 1 222.79 hectáreas (PRODUCE, 2022).

**Tabla 2**

*Área otorgada (ha) por año y departamento para el cultivo de trucha (Oncorhynchus mykiss)*

DEPARTAMENTO	1997-2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Puno	195.52	19.38	25.06	21.69	52.91	542.52	57.90	63.19	86.22	68.92	89.48	1 222.79
Tacna	18.48		1.34		4.84	3.75	3.16	559.80	0.01	0.06		591.43
Pasco	6.47	5.87	63.05	7.46	67.39	2.08	59.38	4.09	93.79	10.61	15.74	335.91
Cusco	1.15	2.00	17.00	13.93	7.00	13.11	28.18	17.51	91.69	2.83	3.31	197.70
Huancavelica	29.02		3.02	5.19	1.15	5.11	9.26	15.30	54.60	2.08	38.85	163.58
Arequipa	70.68	4.50	8.00	4.50	5.30	4.00	8.96	10.84	4.53	6.12	3.50	130.93
Junín	32.33	1.79	7.44	5.56	2.69	0.05	2.77	4.01	8.44	15.31	3.21	83.60
Lima	0.13	1.00		0.40	0.82	3.76	6.04	40.13	7.51	4.33	1.35	65.47
Huánuco	0.28	24.02	0.06	0.02	0.03	0.11	0.67	0.08	15.24	16.90	0.86	58.27
Ayacucho	6.84	5.18	3.19	0.80	2.52	2.50	0.27	3.29	4.11	3.46	2.67	34.84
Apurímac	0.06	0.60	1.02	6.08	1.65	0.66	5.38	1.91	3.79	3.39	3.74	28.27
Cajamarca	1.34	2.31	0.06	0.22	1.24	1.13	0.23	0.64	0.28	0.09	1.21	8.76
Ancash	5.57						0.25	0.38	0.84		0.61	7.66
La Libertad	0.69	1.64	0.55	1.54	0.53	0.34	0.51	0.31	0.62	0.18	0.18	7.11
Amazonas	0.19		0.16	1.40	0.03	1.77	0.15	0.58	0.46	0.25	0.03	5.01
Moquegua		1.00							0.00	0.40	0.00	1.40
San Martín			0.01							0.05	0.21	0.27
Piura							0.01	0.02	0.03			0.06
Lambayeque										0.01	0.03	0.04
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>368.74</b>	<b>69.29</b>	<b>129.98</b>	<b>68.79</b>	<b>148.11</b>	<b>580.89</b>	<b>183.12</b>	<b>722.09</b>	<b>372.15</b>	<b>134.98</b>	<b>164.97</b>	<b>2 943.10</b>

Nota: PRODUCE (2022).

## **Potencial acuícola de los recursos hídricos continentales de la región Tacna**

El potencial acuícola de treinta (30) recursos de aguas continentales en la región de Tacna, comprendiendo (22) ambientes lóticos, como ríos, y (08) ambientes lénticos, como lagunas y represas. La mayoría de estos recursos hídricos evaluados exhiben condiciones favorables para llevar a cabo actividades acuícolas, incluyendo el repoblamiento y el cultivo semi-intensivo e intensivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y camarón nativo (*Cryphiops caementarius*). El propósito principal de este estudio fue identificar y delimitar los cuerpos de agua continentales en la región de Tacna que son idóneos para el cultivo de peces y crustáceos, con el fin de aprovechar de manera integral los limitados recursos hídricos disponibles en la región.

Los recursos lóticos de la región se han categorizado en cuatro cuencas hidrográficas: Locumba (que comprende ríos como Huaytire, Tacalaya, Callazas, Salado, Curibaya, Ilabaya y Locumba, además del manantial Chaullapujo y la Quebrada Honda), Sama (con ríos como Ticalaco, Tarucachi, Pistala, Chucatamani, Salado y Sama), Caplina-Uchusuma (abarcando los ríos Uchusuma y Caplina) y Maure (englobando a los ríos dos Maure, Paucarani, Condorpico y Caño).

Los recursos de agua lénticos, como lagunas, comprenden tanto ambientes permanentes como temporales, y se han evaluado diversas ubicaciones, entre las que se incluyen la Laguna Suches, Laguna Aricota, Laguna Condorpico, Laguna Casiri, Laguna Vilacota, Represa Jarumas, Represa Paucarani y Represa Pampa de Vaca. La mayoría de estos cuerpos de agua se encuentran a una altitud superior a los 4000 metros sobre el nivel del mar, aunque la Laguna Aricota y la Represa Pampa de Vaca están situadas a altitudes menores, de 2800 y 3900 m sobre el nivel del mar (Coronel, 2019).

### **2.3. Definición de los términos**

#### **2.3.1. Agua**

El agua se compone de moléculas que contienen átomos de hidrógeno y oxígeno unidos por enlaces covalentes. Aunque normalmente se refiere al agua en su estado líquido, así mismo puede encontrarse en su forma sólida, conocida como hielo y en su forma gaseosa conocida como vapor (Ambientum, 2022).

#### **2.3.2. Calidad**

La calidad se refiere a las características y atributos de un producto o servicio que se centran en su capacidad para satisfacer las necesidades expresadas o implícitas (Ramírez, 2011).

#### **2.3.3. Fisicoquímica**

Se trata de la disciplina científica que se enfoca en las características físicas y químicas que se presentan en las interfaces, específicamente en la región que separa dos entornos. Desde una perspectiva matemática, podemos definir la superficie como la distribución de puntos que delimitan un cuerpo (Ramírez, 2011).

#### **2.3.4. Microbiológico**

Se trata de la disciplina científica encargada de examinar y estudiar los microorganismos, organismos vivos de dimensiones extremadamente pequeñas que no son visibles a simple vista. Estos organismos son investigados tanto en su forma procariota como eucariota, y su estudio se realiza a través de técnicas que permiten su observación, como el microscopio (Ramírez, 2011).

#### **2.3.5. Repoblamiento**

Siembra o resiembra de especies hidrobiológicas en entornos marinos o de agua dulce, ya sea con o sin preparación del medio ambiente,

utilizando semillas tanto provenientes del entorno natural como de criaderos especializados (PRODUCE, 2019a).

La ley de Acuicultura del poblamiento y repoblamiento, es la actividad de poblamiento implica la introducción de una especie no nativa en un entorno acuático natural, ya sea marino o de agua dulce, utilizando semillas o ejemplares procedentes de otro medio natural o de la acuicultura. La autorización para poblar ambientes acuáticos con especies exóticas será otorgada excepcionalmente por el Ministerio de la Producción, previa opinión favorable del IMARPE y el Ministerio del Ambiente. Por otro lado, la actividad de repoblamiento busca conservar o restaurar la biomasa de los recursos hidrobiológicos en un entorno acuático natural. Es importante destacar que estas actividades no confieren derechos de exclusividad ni propiedad sobre el entorno acuático ni las especies introducidas. Los procedimientos para llevar a cabo estas acciones serán establecidos en el reglamento correspondiente a la ley mencionada (MINAM, 2015).

#### **2.3.6. Trucha**

Las truchas son miembros de la subfamilia *Salmoninae*, que pertenece a la familia *Salmonidae*. Este término se emplea para referirse a peces de tres géneros dentro de esta subfamilia: *Salmo*, que abarca las especies del Atlántico, *Oncorhynchus*, que incluye las especies del Pacífico, y *Salvelinus* (Doadrio, 2002).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

La evaluación se realizó en el río Uchusuma, específicamente en la región de Alto Perú, perteneciente a la comunidad campesina de Alto Perú, ubicada en el distrito de Palca, provincia de Tacna, en la región de Tacna. Esta área geográfica se encuentra en las coordenadas 17°34'42" LS y 69°41'17" LW, abarcando un tramo de longitud de 2100 metros de total.

- Altitud: Situado entre los 4000 a 4500 m.s.n.m
- Clima : Templado y frígido; también a la temperatura de media anual (12° a 16°C) /mínimas (7° a -5°C)
- Medios de Transporte: Terrestre
- Distancia de la capital: 131 Km

#### **3.1.1. Flora y fauna**

La zona presenta una diversidad de vegetación que incluye árboles como sauces, callacaz, cortadera, cola de caballo, yaros, molle, tara, así como especies de flora desértica columnar y candelabro, junto con diversas flores que adornan las laderas y otras plantas como el eucalipto. En cuanto a la fauna, se observan aves como gorriones y torcazas en los bosques cercanos al río. En elevaciones más altas, alrededor de los 3400 metros, se encuentran animales como vizcachas *Lagidium viscacia*, la vicuña *Vicugna vicugna*, el guanaco *Lama guanicoe*, el zorro andino *Lycalopex culpaeus andinus*, el zorrino *Conepatus chinga*, el venado *Odocoileus peruvianus*, la pantera *Puma concolor*, el felino andino *Leopardus jacobita*, entre otros (Municipalidad distrital de Palca, 2023).

### 3.1.2. Clima

Las Figuras 4,5,6 y 7 muestran las condiciones climáticas moderadas con temperaturas anuales típicas que oscilan entre 12°C a 16°C. Durante la temporada más fría del año (junio-agosto), las temperaturas mínimas varían entre 7°C a -5°C en áreas ubicadas por encima de los 3,500 metros sobre el nivel del mar. Las precipitaciones ocurren a finales de la primavera, con una precipitación anual estimada de más de 300 mm, lo que resulta en un paisaje verde de arbustos y pastizales que son vitales para la alimentación del ganado. Los idiomas hablados en la región son español y aymara (Municipalidad distrital de Palca, 2023).

#### Figura 4

*Ubicación geográfica del Centro Poblado Alto Perú del 2023*



*Nota:* Google maps (2023).

## Figura 5

*Vista satelital del lugar*



*Nota: Maplandia (2023).*

## Figura 6

*Centro Poblado de Alto Perú*



*Nota: Maplandia (2023).*



Posteriormente, la industria minera tomó el control a través de la trinchera "Uchusuma". El río continúa su curso desde el paso de Huaylillas y bordea la quebrada cerca del pueblo de Vila Vilani, donde se le conoce con el nombre menos conocido de Aguada de Vila Vilani. Luego, es canalizado y dirigido hacia los depósitos de agua para el uso de la población (Yana, 2015).

### Figura 8

*Delimitación del lugar de estudio*



*Nota:* Google Earth (2023).

Figura 8 como se muestra en la vista satelital del tramo de 700 metros y las estaciones de muestreo. E1: primera estación de muestreo, E2: segunda estación de muestreo, E3: tercera estación de muestreo.

Figura 9 como se muestra en la vista satelital del tramo de 2100 metros y las estaciones de muestreo. E1: primera estación de muestreo, E2: segunda estación de muestreo, E3: tercera estación de muestreo, estación de muestreo E-a y E-b, última estación de muestreo.

## Figura 9

*Estaciones de muestreo en un tramo de 2100 metros*



*Nota:* Google Earth (2023).

### 3.3. Tipo, nivel y diseño de investigación

#### 3.3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue de tipo aplicada, ya que se buscó la aplicación de instrumentos en el campo de estudio para medir el comportamiento de las variables.

#### 3.3.2. Nivel de investigación

Este estudio tuvo un nivel de la investigación descriptivo, ya que los resultados fueron analizados de acuerdo a las características que presente la calidad del agua para su interpretación

#### 3.3.3. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, porque no se buscó medir las variables a través del tiempo para ver su reacción, lo que se busca es indicar un tiempo indicado para la aplicación del instrumento.

### 3.4. Operacionalización de variables

#### 3.4.1. Variable independiente

Calidad del agua

### **3.4.2. Variable dependiente**

Aptitud para repoblamiento de las truchas.

### **3.4.3. Cuadro de operacionalización de variables**

**Tabla 3**

## Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Escala de medición
<b>Variable dependiente:</b> Calidad del agua	Son las características principales son físicas y microbiológica de la calidad del agua (E-lab, 2020).	Se analizó el análisis fisicoquímicos y microbiológicos para la calidad del agua de río Uchusuma con fines de repoblamiento de la trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i> del centro poblado de Alto Perú.	Calidad Fisicoquímica  Calidad Microbiológica	Nominal
<b>Variable dependiente:</b> Aptitud para el repoblamiento de las truchas.	Se conceptualiza que la capacidad de las truchas para ser reintroducidas en ambientes acuáticos naturales.	Se analizó la aptitud para el repoblamiento de las truchas para contribuir al restablecimiento de las poblaciones de peces en el ambiente acuático.	Comparación de parámetros	Nominal

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. La población**

La población estuvo conformada por el río Uchusuma.

#### **3.5.2. Muestra**

Estuvo conformada de un tramo del río Uchusuma comprendido entre las coordenadas 17°34'50" LS y 69°41'21" LW, de 2100 metros de longitud.

### **3.6. Metodología experimental**

#### **3.6.1. Análisis fisicoquímico**

Se siguió los siguientes procedimientos:

##### **3.6.1.1. Selección de los puntos de muestreo**

Los puntos de muestreo fueron tres en diferentes tramos la longitud del área de estudio, se seleccionó de acuerdo a la característica del río, como su caudal, la presencia de fuentes de contaminación y las condiciones climáticas. Fue recomendable tomar al menos tres muestras en diferentes puntos del río, como en la parte superior, media e inferior.

##### **3.6.1.2. Toma de muestras**

Para tomar la muestra, se utilizó botella totalmente limpia antes de tomar la muestra, sumergirla en el agua y llenarla hasta el tope sin dejar burbujas de aire. Se etiquetó la muestra con información como la fecha, el punto de muestreo y el nombre del río.

##### **3.6.1.3. Análisis físico**

En este paso se midieron los parámetros físicos como la temperatura, pH. La temperatura se midió con un termómetro digital, el pH con un peachímetro y multiparámetro. Se siguió las instrucciones de los equipos y se calibró antes de su uso, los resultados se obtuvieron en el mismo lugar (Lozano et al., 2003) y (Severiche et al., 2013).

#### **3.6.1.4. Análisis químico**

En el análisis químico se midió los parámetros como el oxígeno disuelto, amonio, nitratos, nitritos, fosfatos y otros contaminantes químicos. Para ello se utilizó multiparámetro HI 98194 y kits colorímetro PRO JBL AQUATEST que contienen reactivos y una tabla de comparación de colores, los análisis y resultado se realizaron y se obtuvieron en el lugar del muestreo.

#### **3.6.1.5. Interpretación de los resultados**

Una vez obtenidos los resultados de los análisis, se comparó con los estándares de calidad establecidos por las autoridades ambientales y determinar si el agua del río cumple con estos estándares de calidad.

#### **3.6.2. Análisis microbiológicos**

El análisis microbiológico se llevó a cabo a través del recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales, y *Escherichia coli*, empleando los métodos Petrifilm y Número Más Probable. Las muestras fueron preservadas en cooler con hielo seco y oscuridad para posterior análisis en laboratorio respectivamente (Paredes, 2022).

#### **3.6.3. Medición de caudal**

Para obtener la velocidad del agua se utilizó el método del flotador, este método consistió en medir la velocidad del agua en una sección del río haciendo uso de un flotador sumergido la mitad por debajo de la lámina de agua (Corantioquia, 2014).

Se definió tres secciones de 10 m cada una con uso de una cinta métrica, con el uso de un flotador y un cronómetro se obtuvo los datos de velocidad de caudal. Con el fin de hallar el área transversal del río, se midió el tirante de agua en puntos equidistantes del ancho del río. En tanto para hallar el valor de caudales de cada tramo se utilizó el método velocidad/superficie, este método dependió del resultado de la velocidad

media de la corriente y del área de la sección transversal del canal, el cual se calculó a partir de la siguiente fórmula (FAO, 1997):

$$V = C_x \frac{\text{Distancia recorrida(m)}}{\text{Tiempo utilizado(s)}}$$

Donde:

V = velocidad

C = factor de corrección

(x) Factor de corrección de la velocidad

$$Q = AxV$$

Donde:

Q = caudal (pies (ft)/s, m<sup>3</sup> /s, L/s)

A = área de la sección del río, riachuelo o acequia

V = velocidad del flujo (m/s, L/s)

$$Q = K \times V_s \times A_p$$

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

V<sub>s</sub> = Velocidad Superficial m/s.

A<sub>p</sub> = Área transversal promedio de la sección, m<sup>2</sup>.

K = Factor de corrección, que depende del material del fondo del canal.

**Tabla 4**

*Valores K para diferentes materiales del fondo del canal*

K	Material fondo de canal
0,40 – 0,52	Poco áspero
0,46 – 0,75	Grava con Hierba y Caña
0,58 – 0,70	Grava Gruesa y Piedras
	Madera Hormigón o
0,70 – 0,90	Pavimento
0,62 – 0,75	Grava
0,65 – 0,85	Arcilla y Arena

*Nota:* Alzu (2018).

### **3.7. Material y métodos**

#### **3.7.1. Materiales**

Para campo:

- Botas
- GPS

Para la colecta de muestras

- Lápices y marcadores de tinta indeleble
- Etiquetas de papel resistente al agua
- Frascos de 50, 100 y 200 ml para las muestras
- Bolsas estériles WhirlPack de 100 ml
- Baldes de 5 litros de capacidad.
- Medidor multiparámetro
- Cinta de embalaje.
- kits PRO JBL AQUATEST.
- Cámara Fotográfica
- Cinta métrica
- Flotador (Artesanal)
- Cronómetro
- Guantes de látex

### **3.8. Técnicas e Instrumentos**

Se tomó el análisis:

- Laboratorio
- Campo
- Observación

Para el instrumento se tomó la ficha de registro donde se dieron apuntes de resultado obtenidos

#### **3.8.1. Procesamiento de datos**

Para el procesamiento de datos se consideró manualmente o PC, tomando la siguiente referencia:

- Trabajo de campo
- Ordenamiento y codificación de datos
- Tabulación
- Registros
- Gráficos
- Análisis e Interpretación

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Presentación de resultados

Se presento los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos del presente trabajo de investigación. La localización de las estaciones de muestreo se realizó utilizando un GPS portátil, mediante el cual se determinaron las coordenadas geográficas y la altitud correspondiente a cada una de ellas (ver tabla 5).

**Tabla 5**

*Estaciones de muestreo*

Estación de muestreo	Coordenadas		Altitud
	Latitud (Sur)	Longitud (Oeste)	
E-a	17°34'56"S	69°40'40"W	4315 m.s.n.m.
E1	17°34'50"S	69°41'04"W	4325 m.s.n.m.
E2	17°34'44"S	69°41'14"W	4331 m.s.n.m.
E3	17°34'36"S	69°41'21"W	4339 m.s.n.m.
E-b	17°34'44"S	69°41'04"W	4337 m.s.n.m.

#### 4.1.1. Calidad fisicoquímica del agua del río Uchusuma

Las Tablas 6 y 7 muestran los análisis que se realizaron en la misma zona del río Uchusuma con un kit PRO JBL AQUATEST, mientras que otros análisis fisicoquímicos fueron realizados en el Laboratorio de Tecnología Pesquera de la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Los resultados del análisis fisicoquímico del agua del río Uchusuma muestran los resultados de tres repeticiones de cada variable evaluada, junto con el promedio y la desviación estándar correspondiente a dichos resultados.

**Tabla 6**

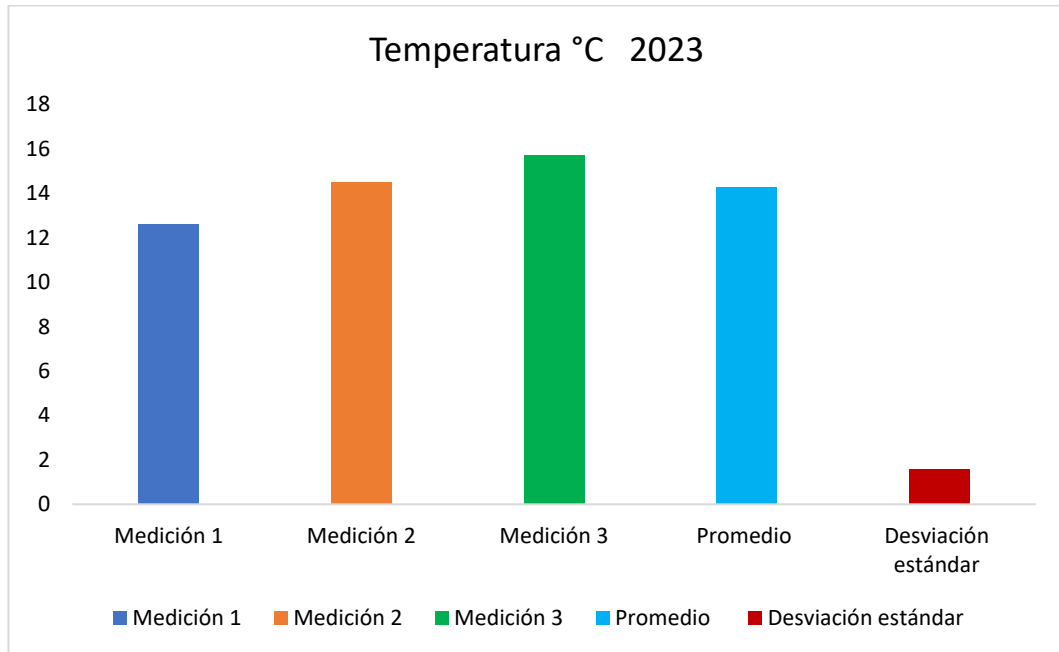
*Análisis fisicoquímicos del agua del río Uchusuma del 2023*

Variable	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Desviación estándar
Temperatura °C	12,6	14,5	15,7	14,27	1,56
pH	7,5	7,5	7,5	7,5	0,0
Oxígeno disuelto					
mg/L (ppm)	10	10	10	10	0,0
Amonio mg/L (ppm)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,00
Nitratos mg/L (ppm)	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5	0,0
Nitritos mg/L (ppm)	0,025	<0,01	0,025	0,02	0,01
Fosfatos mg/L (ppm)	0,05	0,1	0,1	0,08	0,03
Conductividad					
eléctrica (ms/cm)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,0
Carbonatos mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Bicarbonatos (mg/L)	84, 60	84,64	84,4	84,4	0,0
Cloruros (mg/L)	17,75	17,75	17,5	17,5	0,0
Dureza (mg/L)	207,00	207,00	207,0	207,0	0,0
Alcalinidad (mg/L)	70,50	70,50	70,50	70,50	0,0

CO2 (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Salinidad (mg/L)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,0

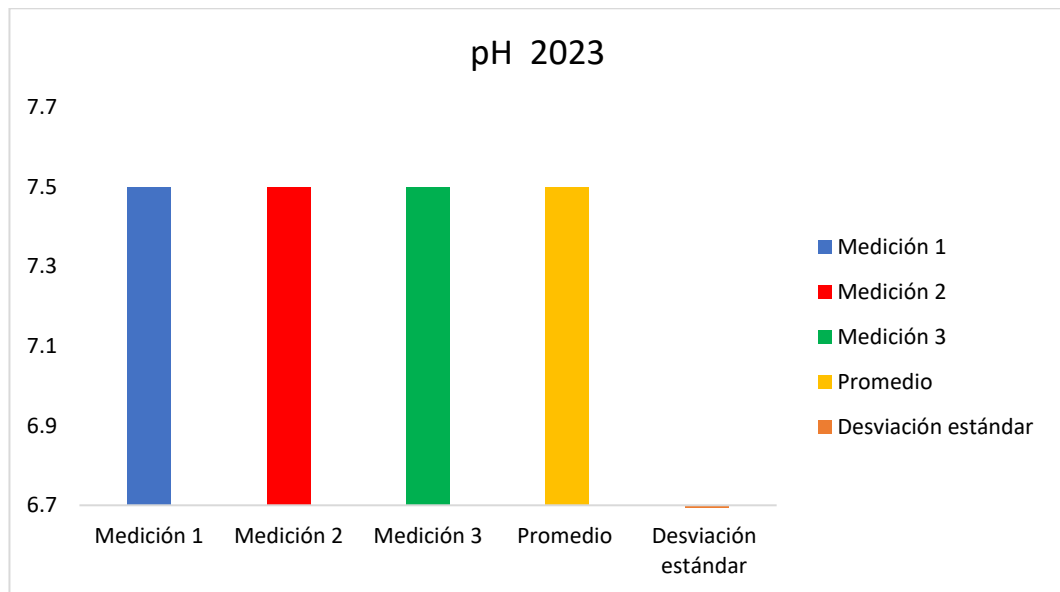
**Figura 10**

Resultados E1, E2 y E3 de parámetros físicos de temperatura del 2023



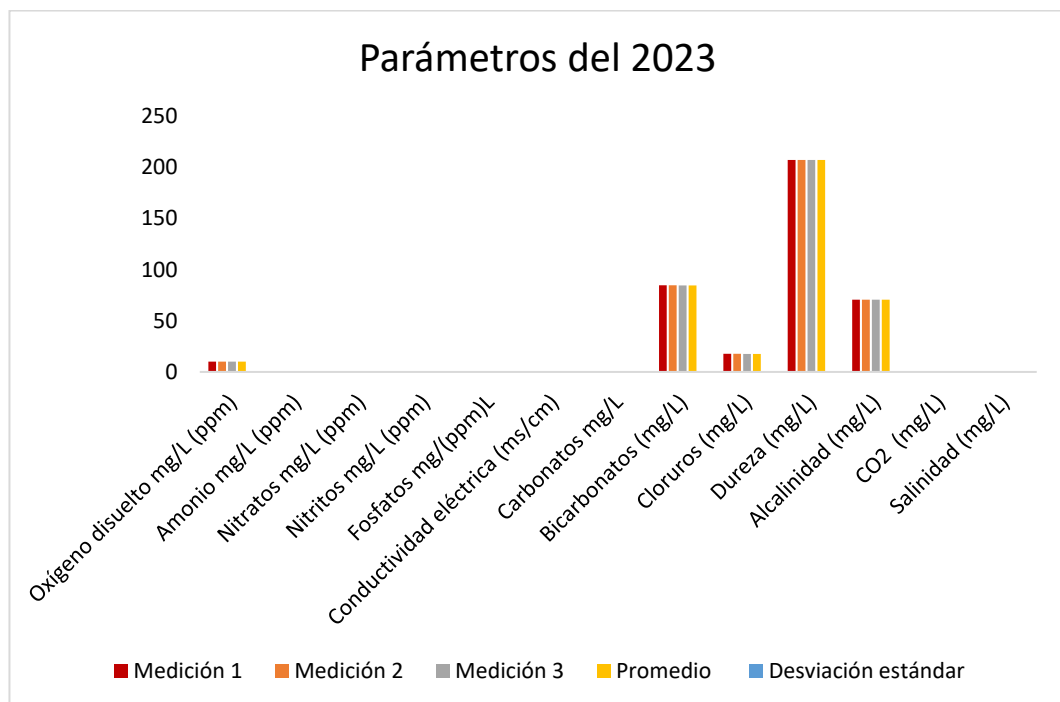
**Figura 11**

Resultados E1, E2 y E3 de parámetros físicos de pH del 2023



**Figura 12**

Resultados E1, E2 y E3 de parámetros químicos del 2023



La Tabla 6 muestra los parámetros físicos-químicos del 2023, que se visualiza principalmente los parámetros físicos de la Figura 10

representa la temperatura del río Uchusuma y se encuentra la medición 1, medición 2 y medición 3 la cual se aprecia la diferencia entre sí. También en la figura 11 se aprecia el pH del río Uchusuma y se encuentra la medición 1, medición 2 y medición 3 la cual se aprecia que es constante el resultado obtenido.

Por último, los parámetros químicos de la Figura 12 se visualiza los datos obtenidos, por ende, los parámetros físicos-químicos del 2023 se encuentran dentro de LMP de la Norma Ecuatoriana de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua (Acuerdo Ministerial 097a, 2015).

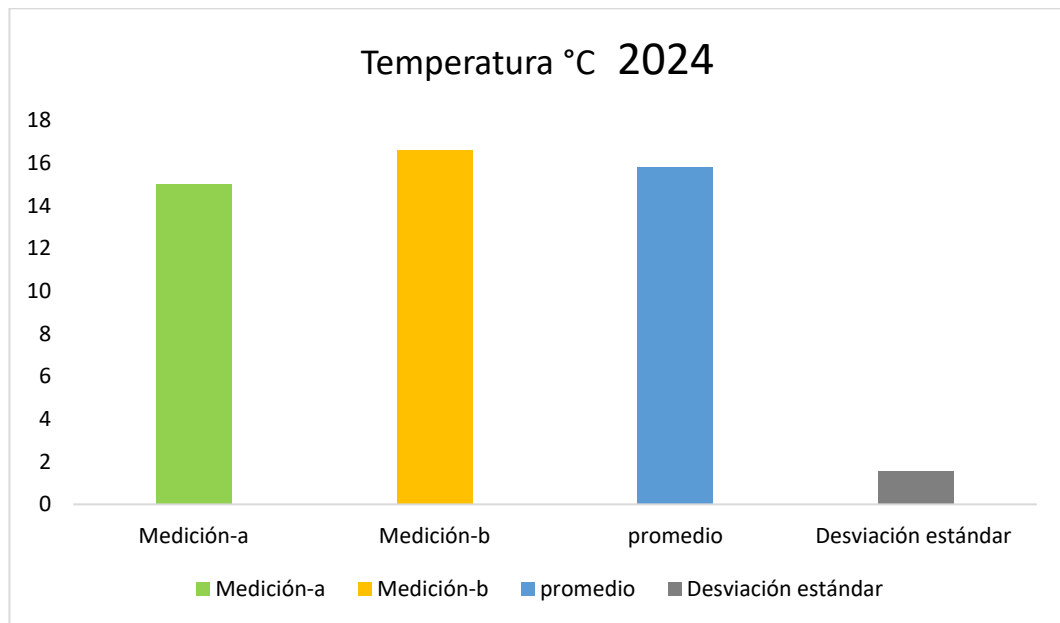
**Tabla 7**

*Análisis fisicoquímicos del agua del río Uchusuma E-a y E-b del 2024*

Variable	Medición- a	Medición- b	Promedio	Desviación estándar
Temperatura °C	15	1,66	15,8	1,56
pH	7	7,5	7,25	0
Oxígeno disuelto mg/L (ppm)	10	10	10	0,0
Amonio mg/L (ppm)	<0,05	<0,05	<0,05	0,00
Nitratos mg/L (ppm)	<0,5	<0,5	<0,05	0,0
Nitritos mg/L (ppm)	0,025	<0,01	0,0175	0,01
Fosfatos mg/L (ppm)	0,05	0,05	<0,05	0,00

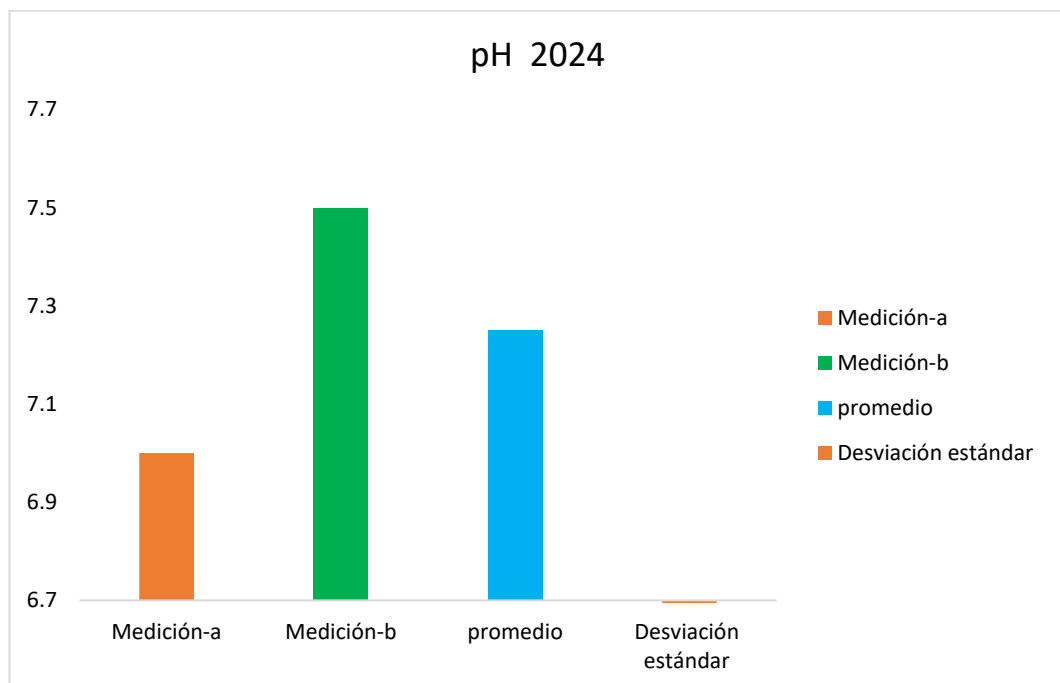
**Figura 13**

*Resultados Ea y Eb de parámetros físicos de temperatura del 2024*



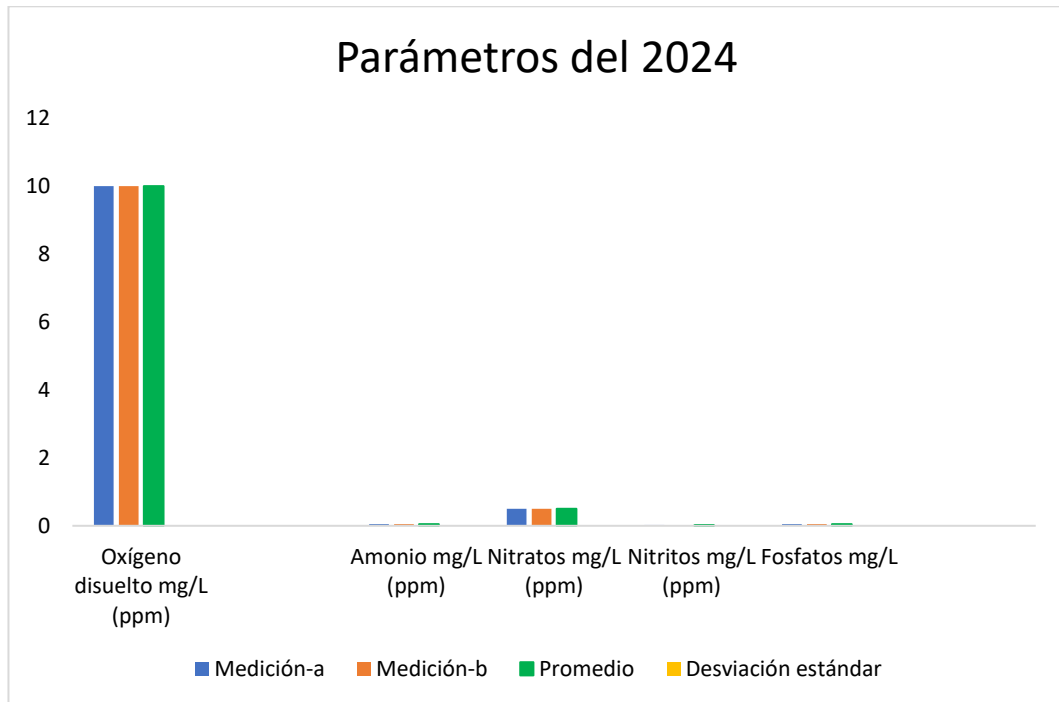
**Figura 14**

*Resultados Ea y Eb de parámetros físicos de temperatura del 2024*



**Figura 15**

*Resultados Ea y Eb de parámetros químicos del 2024*



La Tabla 7 representa los parámetros físicos-químicos del 2024; que se muestra principalmente los parámetros físicos de la Figura 13 visualiza la temperatura del río Uchusuma y se encuentra la medición E-a, medición y la medición E-b la cual se aprecia la diferencia entre sí. También en la figura 14 se aprecia el pH del río Uchusuma y se encuentra la medición E-a, y medición E-b la cual se aprecia la diferencia del resultado obtenido.

Por último, los parámetros químicos de la Figura 15 se visualiza los datos obtenidos, por ende, los parámetros físicos-químicos del 2024 se encuentran dentro de LMP de la Norma Ecuatoriana de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua (Acuerdo Ministerial 097a, 2015).

#### **4.1.2. Calidad microbiológica del agua del río Uchusuma**

En la Tabla 8 se muestra el análisis que se realizó en el laboratorio microbiológico de la Dirección Regional de Salud Tacna, DIRESA. Se muestran los resultados del análisis microbiológico del agua del río

Uchusuma, incluyendo tres repeticiones de cada variable evaluada, así como el promedio y la desviación estándar correspondiente a estos resultados.

**Tabla 8**

*Análisis microbiológico del agua del río Uchusuma del 2023*

Variable	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Desviación estándar
Bacterias heterótrofas (UFC/ml)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Coliformes totales (UFC/100ml)	14	14	14	14	0,0
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	0,0

#### **4.1.3. Parámetros evaluados del agua del río Uchusuma versus los estándares de la calidad ambiental**

En la Tabla 9 se muestran los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Uchusuma, junto con la comparación con los estándares establecidos por la normativa peruana en relación con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua - ECAs (categoría 2). A partir de esta comparación, se observa que el nivel de fosfatos en el agua es el único parámetro que excede los límites máximos permitidos (LMP).

**Tabla 9**

*Resultados promedio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de agua del río Uchusuma del 2023*

Variable	Agua del río Uchusuma	Estándares de calidad del ECAs	Comparación con la norma
Temperatura (°C)	14,27	Δ3	-
pH	7,5	6,8-8,5	sí cumple
Oxígeno disuelto mg/L (ppm)	10	≥3	sí cumple
Amonio mg/L (ppm)	<0,05	-	-
Nitratos mg/L (ppm)	< 0,5	16	sí cumple
Nitritos mg/L (ppm)	0,02	-	-
Fosfatos mg/L (ppm)	0.08	0,062	no cumple
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0,66	-	-
Carbonatos (mg/L)	0	-	-
Bicarbonatos (mg/L)	84,4	-	-
Cloruros (mg/L)	17,5	-	-
Dureza (mg/L)	207	-	-
Alcalinidad (mg/L)	70,5	-	-
CO <sub>2</sub> (mg/L)	0	-	-
Salinidad (mg/L)	0,42	-	-

Bacterias heterótrofas (UFC/ml)	0,1	-	-
Coliformes totales (UFC/100ml)	14	≤30	sí cumple
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	<1,8	-	-

*Nota:* Δ3: significa variación de 3 °C respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

#### 4.1.4. Medición de caudal del río Uchusuma - Alto Perú

En la Tabla 10 y la Figura 16 se visualiza las estaciones de muestreo E-1, E-2 y E-3, que se realizó en agosto en el río Uchusuma en la zona de Alto Perú del año 2023, donde la estación de muestreo (E-1) caudal es de 1,841 (m<sup>3</sup>/s), estación de muestreo (E-2) caudal es de 1,733 (m<sup>3</sup>/s) y estación de muestreo (E-3) caudal es de 2,128 (m<sup>3</sup>/s) con un promedio de 1,901 (m<sup>3</sup>/s). Este caudal está disponible para ser utilizado en actividades como el repoblamiento de peces o en sistemas extensivos de cultivo de truchas.

En la Tabla 11 se muestra el procedimiento seguido para medir el caudal del río utilizando el método del flotador. Se tomaron medidas de velocidad del río en una distancia de 10 metros, se registraron los valores de profundidad con una regla limnimétrica, y se midió el ancho del río utilizando una cinta métrica.

Estos datos permitieron calcular el caudal en cada estación de muestreo. Los resultados fueron:

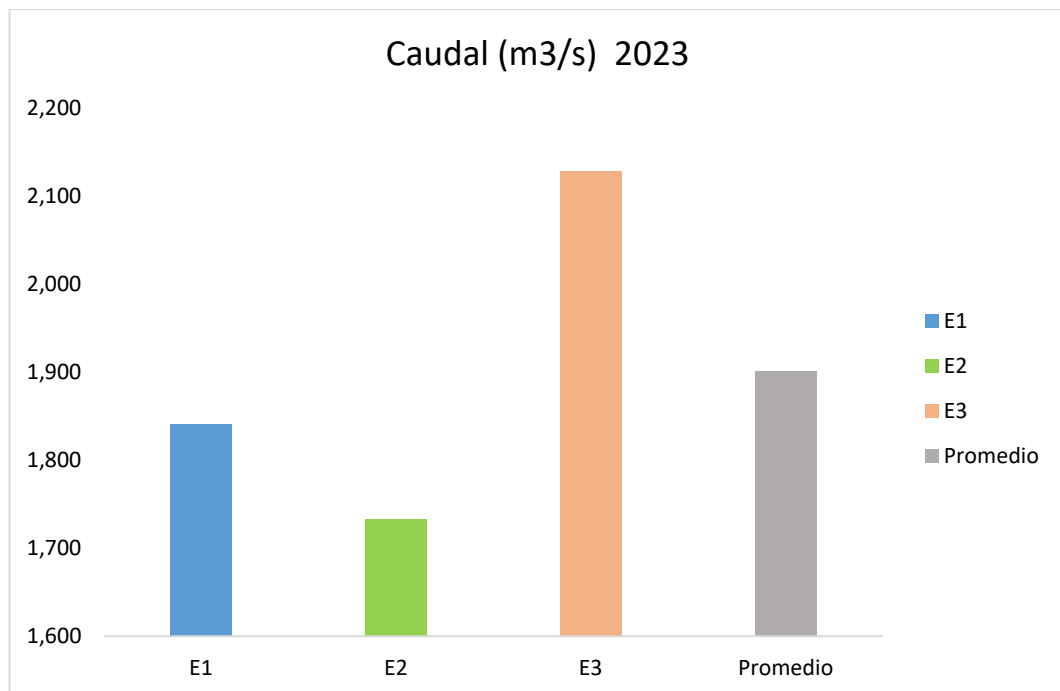
**Tabla 10**

*Estación de muestro del 2023*

Estación de muestreo	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
E1	1,841
E2	1,733
E3	2,128
Promedio	1,901

**Figura 16**

Resultados de la E1, E2 y E3 del caudal (m<sup>3</sup>/s) 2023



**Tabla 11**

*Características métricas del río Uchusuma para obtener el caudal para cada estación de muestreo de agosto del 2023*

Estación de muestreo	Profundidad (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	K	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
E1	0,62	6,20	3,844	10	17,33	0,58	0,83	1,841
E2	0,28	12,10	3,388	10	14,67	0,68	0,75	1,733
E3	0,55	6,68	3,674	10	14,33	0,70	0,83	2,128

En la Tabla 12 y la Figura 17 se muestran las estaciones de muestreo E-a y E-b, que se realizó en marzo y los resultados del caudal del río Uchusuma en la zona de Alto Perú del año 2024, donde la estación de muestreo (E-a) caudal es de 4,889 (m<sup>3</sup>/s) y estación de muestreo (E-b) caudal es de 3,862 (m<sup>3</sup>/s) con un promedio de 4,376 (m<sup>3</sup>/s).

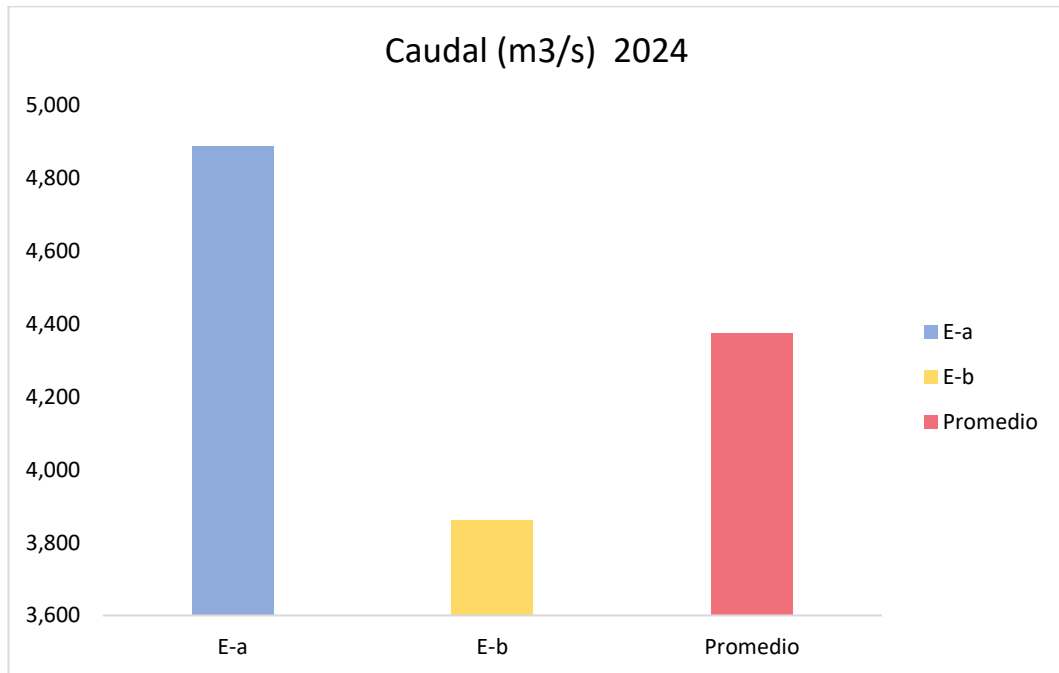
**Tabla 12**

*Estación de muestreo del 2024*

Estación de muestreo	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
E-a	4,889
E-b	3,862
Promedio	4,376

**Figura 17**

*Resultados de la Ea y Eb del caudal (m<sup>3</sup>/s) 2024*



En la tabla 13 se muestra los resultados del caudal del río Uchusuma 2024, estación de muestreo de la profundidad (E-a) es de 0,78 m y (E-b) es de 1,18 m; de ancho (E-a) es de 7,30 m y (E-b) es de 4,60 m; de área (E-a) es de 5,694 m<sup>2</sup> y (E-b) es de 5,428 m<sup>2</sup>; la distancia (E-a) es de 10 m y (E-b) es de 10 m; el tiempo (E-a) es de 9,7 s y (E-b) es de 12 s; la velocidad (E-a) es de 1,03 (m/s) y (E-b) es de 0,86 (m/s); la (E-a) es de 0,83 y (E-b) es de 0,83 y por último el caudal (E-a) es de 4,889 (m<sup>3</sup>/s) y (E-b) es de 3,862 (m<sup>3</sup>/s).

**Tabla 13**

*Característica del caudal del río Uchusuma 2024*

Estación de muestreo	Profundidad (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	K	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
E-a	0,78	7,30	5,694	10	9,7	1,03	0,83	4,889
E-b	1,18	4,60	5,428	10	12	0,86	0,83	3,862

En la Tabla 14 se muestra que los datos de la calidad de agua, es el punto de aforo puente el Ayro - comunidad campesina de Alto Perú del proyecto especial Tacna-PET se registró el pH de un valor de 6,7; la conductividad eléctrica es de 0,32 dS/m; sólidos totales disueltos 262 mg/l y la temperatura de 19,5 °C que fueron medidos en febrero del 2024.

**Tabla 14**

*Registro del proyecto especial Tacna-PET*

pH	6,7
conductividad eléctrica dS/m	0,32
Sólidos totales disueltos mg/l	262
Temperatura °C	19,5

*Nota:* Proyecto Especial Tacna (2024).

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1. Discusión

Los resultados de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Uchusuma del 2023 el contenido de fosfatos (0,08 mg/L) se encuentra fuera de los límites máximos permisibles (0,062 mg/L) por la normativa peruana relacionado a los estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECAs, categoría 2). Sin embargo, los otros parámetros evaluados si cumplen con los estándares de esta norma de la misma forma el pH (6,5 a 9), amonio (0,4 mg/L), nitritos (0,2 mg/L) y nitratos (13 mg/L), se encuentran dentro de LMP de la Norma Ecuatoriana de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua Acuerdo Ministerial 097a (2015) criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidos, y en aguas marinas.

Los datos de los fisicoquímicos del río Uchusuma que se registró en el mes de marzo del 2024 la cual se obtuvo la temperatura entre (15 y 16,6 °C), pH es de (7 a 7,5). Asimismo (Proyecto Especial Tacna, 2024) reportó que en el registró de aforo del en el puente del Ayro (canal Uchusuma) de la comunidad de alto Perú el Proyecto Especial Tacna – PET, registró el pH de un valor es de 6,7 y la temperatura de 19,5 °C que fueron medidos en febrero del 2024.

Vásquez et al. (2016) los fosfatos no son tóxicos para la trucha, pero ocasionan el crecimiento de gran cantidad de vegetación y algas, lo cual, según la concentración de fosfato en el agua puede originar la eutrofización, cuyas condiciones críticas para el inicio de eutrofización es entre 0,1 a 0,2 mg/L PO<sub>4</sub>-P en el agua corriente y considerando que el agua

del río Uchusuma está en un valor bajo del inicio de eutrofización por lo que aún no habría el riesgo alguno.

Respecto al valor encontrado de temperatura (14,27 °C) en el agua de río Uchusuma. Asimismo el (PRODUCE, 2019b) reportó que los principios para optimizar el cultivo de trucha arco iris menciona rangos permisibles de temperatura del agua de 6 a 18°C y rangos óptimos de 10 a 15°C. Mientras que, Doadrio (2002) y Camacho (2000) mencionan que la temperatura óptima del agua para el desarrollo de trucha arco iris es de 9°C a 14°C y 7,2 a 17°C respectivamente, por lo que, la temperatura registrada en el estudio estaría adecuado para la producción en sistema extensivo.

Asimismo, otros parámetros se encuentran conforme a lo rangos máximos permisibles especificados por (PRODUCE, 2019b) en cuanto a pH (6,6 a 8), oxígeno (6 a 10 ppm), alcalinidad total (150 a 180 ppm), dureza total (50 a 250 ppm) y CO<sub>2</sub> (0 a 4 ppm); sin embargo, no se especifica el LMP de los demás parámetros.

La normativa peruana relacionada a los estándares de Calidad Ambiental del Agua - ECAs (categoría 2), no especifica los LMP para el parámetro conductividad eléctrica; sin embargo, Vásquez et al. (2016) menciona que los valores superiores de 0,05 y 1,5 mS/cm pueden afectar la vida de ciertas especies de peces; por lo cual, al comparar el valor de conductividad eléctrica (0,66 mg/ L) del agua del río Uchusuma no excede el límite máximo.

En la medición del caudal del río Uchusuma, se encontró que los caudales en cada punto están; (E1) 1,841 m<sup>3</sup>/s (E2) 1,733 m<sup>3</sup>/s (E3) 2,128 m<sup>3</sup>/s, experimentan una variación en los punto de muestreo E1,E2 y E3, debido a que se encuentra regadillos de bofedales, donde en algunos puntos experimentan un incremento, pero a su vez, decrecen en otras, teniendo un promedio de caudal del río Uchusuma de 1,901 m<sup>3</sup>/s en el mes

de agosto del 2023, ya que el caudal subiría en la temporada de lluvia entre diciembre, enero, febrero y marzo. Incrementándose de 2 m<sup>3</sup>/s, a 7 m<sup>3</sup>/s. Sin embargo, la medición del caudal, en el punto de muestreo (E-a) es de 4,889 m<sup>3</sup>/s y en el (E-b) 3,862 m<sup>3</sup>/s y un promedio 4,376 m<sup>3</sup>/s que se realizó en el mes de marzo del 2024, corroborando una incrementación en el caudal por la temporada de lluvias.

La disponibilidad hídrica al momento de la evaluación se obtuvo en el año 2023, la cual está el (E1) 1,841 m<sup>3</sup>/s (E2) 1,733 m<sup>3</sup>/s y (E3) 2,128 m<sup>3</sup>/s con un promedio de 1,901 m<sup>3</sup>/s. En la temporada de verano del año 2024 se registró un incremento del punto de muestreo (E-a) es de 4,889 m<sup>3</sup>/s y en el (E-b) 3,862 m<sup>3</sup>/s con un promedio 4,376 m<sup>3</sup>/s, cuyos valores son apropiados para desarrollar repoblamiento o una acuicultura extensiva de la trucha, ya que estas aguas albergan algas oriundas de la zona siendo estas el hábitat de zooplancton y larvas de insectos que son el alimento natural para la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

## Conclusiones

- La calidad fisicoquímica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú se encuentra dentro del rango óptimo para realizar repoblamiento de la especie trucha por registró en el año 2023 los valores de temperatura ( $14,27^{\circ}\text{C} \pm 1,56$ ), pH ( $7,5 \pm 0,0$ ), oxígeno disuelto ( $10 \text{ mg/L} \pm 0,0$ ), amonio ( $<0,05 \text{ mg/L} \pm 0,0$ ), nitratos ( $< 0,5 \text{ mg/L} \pm 0,0$ ), nitritos ( $0,02 \text{ mg/L} \pm 0,01$ ), fosfatos ( $0,08 \text{ mg/L} \pm 0,03$ ), conductividad eléctrica ( $0,66 \text{ mS/cm} \pm 0,0$ ), carbonatos ( $0,0 \text{ mg/L}$ ), bicarbonatos ( $84,4 \text{ mg/L} \pm 0,0$ ), cloruros ( $17,5 \text{ mg/L} \pm 0,0$ ), dureza ( $207,0 \text{ mg/L} \pm 0,0$ ), alcalinidad ( $70,50 \text{ mg/L} \pm 0,0$ ),  $\text{CO}_2$  ( $0,0 \text{ mg/L}$ ); salinidad ( $0,42 \text{ mg/L} \pm 0,0$ ). Se realizó la evaluación en marzo del año 2024 donde los valores fueron similares de los datos del año 2023 corroborando los resultados obtenidos que estando dentro del rango óptimo para hacer repoblamiento de la trucha *Oncorinchus mykiss*.
- La calidad microbiológica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú, se encuentra apta para realizar acuicultura extensiva o repoblamiento ya que los valores de bacterias heterótrofas ( $0,1 \text{ UFC/ml} \pm 0,0$ ), Coliformes totales ( $14 \pm 0,0 \text{ UFC/100ml}$ ), *Escherichia coli* ( $<1,8 \text{ UFC/100ml} \pm 0,0$ ) son mínimas y están por debajo de los límites máximos permisibles.
- Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECAs), para fines de repoblamiento de trucha *Oncorhynchus mykiss*. El contenido de fosfatos ( $0,08 \text{ mg/L}$ ) no cumplió con los límites máximos permisibles ( $0,062 \text{ mg/L}$ ) de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua

(ECAs, categoría 2). Sin embargo, los fosfatos no son tóxicos para la trucha, pero ocasionan el crecimiento de gran cantidad de vegetación y algas, lo cual según la concentración de fosfatos en dicha agua puede originar la eutrofización, no obstante, el valor registrado aun no conllevara a una eutrofización.

## **Recomendaciones**

1. Se recomienda a la población y/o autoridades de la zona aledañas del río Uchusuma realicen acuicultura extensiva o repoblamiento del recurso trucha ya que la presente investigación muestra resultados favorables para el repoblamiento y con ello contribuir a la seguridad alimentaria de la población que vive en estas zonas.
2. Continuar con los estudios de la calidad de agua de manera constante y en otras temporadas a fin de salvaguardar la calidad de agua ya que el río Uchusuma nos brinda los servicios ecosistémicos como es el aprovisionamiento de agua, mantención de bofedales, mantención de la flora y fauna acuática.

## Referencias Bibliográficas

- Acuerdo Ministerial 097a. (2015). *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua*.  
<https://maeorellana.files.wordpress.com/2015/11/anexo-1-agua.pdf>
- Alzu, G. (2018). *Aforo del río método del flotador. Hidrología* [Cálculos 4.3-4.3.1-4.3.2]. Scribd.  
<https://es.scribd.com/document/400860970/CALCULOS-4-3-4-3-1-4-3-2-AFORO-DEL-RIO-METODO-DEL-FLOTADOR-docx>
- Ambientum. (2022). La molécula del agua—Ambientum. *Ambientum Portal Lider Medioambiente*.  
[https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/aguas/la\\_molecula\\_del\\_agua.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/la_molecula_del_agua.asp)
- Aquae. (2022). *Los 10 ríos más contaminados del mundo*. Fundación Aquae.  
<https://www.fundacionaquae.org/wiki/rios-mas-contaminados-mundo/>
- Arízaga, V. (2018). *Evaluación de los impactos de la industria de trucha arcoíris en la calidad del agua del río Quinuas, Parque Nacional El Cajas* [bachelorThesis].  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/29754>

- Bartra, S. (2019). Evaluación de la remoción de arsénico utilizando la microalga *Chlorella vulgaris* en aguas superficiales del río Uchusuma, Tacna-Perú. *Universidad Privada de Tacna*.  
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1277>
- Berrospi, E. (2022). *Sin Remediación: La contaminación aumenta en la mayoría de los ríos del Perú*. Red Muqui.  
<https://muqui.org/noticias/sin-remediacion-la-contaminacion-aumenta-en-la-mayoria-de-los-rios-del-peru/>
- Camacho, E. (2000). *Guía para el cultivo de trucha: Oncorhynchus mykiss*. SEMARNAP, Subsecretaría de Pesca, Dirección General de Acuicultura.
- Castro, Y., Vera, N., & Mendoza, M. (2022). Evaluación del impacto ambiental debido a la crianza de trucha en la laguna Aricota, Tacna. *Ingeniería investiga, 4*.  
<https://doi.org/10.47796/ing.v4i0.584>
- Corantioquia. (2014). *Manual piragüero 3—Medición del caudal*. Medellín.  
[https://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual\\_Medición\\_de\\_Caudal.pdf](https://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medición_de_Caudal.pdf)
- Coronel, N. (2019). Potencial acuícola de los recursos hídricos continentales de la región Tacna. *Ciencia & Desarrollo, 11*, Article 11.  
<https://doi.org/10.33326/26176033.2007.11.237>

- Doadrio, I. (2002). *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. La trucha común hacia una nueva estrategia de conservación. Dirección general de conservación de la naturaleza, museo nacional de ciencias naturales*. 2nd Ed. Madrid, 303-311.
- Dueñas, K., & Moreno, J. (2021). Evaluación hidrogeoquímica y de calidad de aguas, de la parte alta de la cuenca del río Sama-Tacna, para identificar fuentes de consumo humano. *Repositorio Institucional ingemmet*.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/4240>
- EcuRed. (2017). *Trucha arcoiris*. [https://www.ecured.cu/Trucha\\_arcoiris](https://www.ecured.cu/Trucha_arcoiris)
- E-lab. (2020). La calidad del agua y su importancia. *AGQ Labs España*.  
<https://agqlabs.es/tienda/2020/09/02/la-calidad-del-agua-y-su-importancia/>
- FAO. (1997). *Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía. (Boletín de suelos de la FAO - 68). Capítulo 4—Caudal*.  
<https://www.fao.org/3/t0848s/t0848s06.htm>
- Google Earth. (2023). *Google Earth*.  
<https://earth.google.com/web/search/per%c3%ba/@-9.25277269,-75.01446623,228.37836192a,4699162.18076181d,35y,0h,0t,0r/data=cnaarhjaciuwedkxmdvjoduwyza1ote0zju6mhhmmjllindexmjc5mjewnjq4gxxkjyfpdyslaiqqeged4wflakgvwzxlduhgciaeijgokcuiejau58thae cjgbxjqfjlagxuys0gqhfhaiyuk1k5zmvhaogmkata>

Google maps. (2023). *Centro poblado menor alto Perú*. Google Maps.  
<https://www.google.com/maps/place/@-17.5747504,-69.6801031,17z?entry=ttu>

Hernández, O., Mancilla, Ó., Palomera, C., Olguín, J., Flores, H., Can, Á., Ortega, H., & Sánchez, E. (2020). Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en dos cuencas tributarias del río Tuxcacuesco, Jalisco, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(3), 689-701.

Lozano, H., Garay-Tinoco, J., Ramírez, G., Betancourt, J., Marín, B., Cadavid, B., Panizzo, L., Lesmes, L., Sánchez, J., & Franco, A. (2003). *Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: Aguas, sedimentos y organismos* (1.<sup>a</sup> ed.). Invemar.  
[https://www.researchgate.net/publication/317268003\\_Manual\\_de\\_tecnicas\\_analiticas\\_para\\_la\\_determinacion\\_de\\_parametros\\_fisicoquimicos\\_y\\_contaminantes\\_marinos\\_aguas\\_sedimentos\\_y\\_organismos](https://www.researchgate.net/publication/317268003_Manual_de_tecnicas_analiticas_para_la_determinacion_de_parametros_fisicoquimicos_y_contaminantes_marinos_aguas_sedimentos_y_organismos)

Malaver, K. (2022). *Evaluación de la calidad del agua en el río huamachuquino, aplicando el índice de calidad ambiental para agua, Cajamarca 2021*.

Maplandia. (2023). *Maplandia Perú*.  
<http://www.maplandia.com/peru/tacna/tarata/alto-peru/>

Melgarejo, D. (2020). *Evaluación de la calidad de agua del río aco afectado por vertimiento de efluentes domésticos en el distrito de Llata, Huánuco.*

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4261>

MINAM. (2015). *Decreto Legislativo que aprueba la Ley General de Acuicultura.* | SINIA.

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-legislativo-que-aprueba-ley-general-acuicultura>

Molleda, J., & Curazzi, M. (2023). El Estado promueve la contaminación de los ríos en el Perú. *IDL | Instituto de defensa Legal.*

<https://www.idl.org.pe/en-el-peru-el-estado-promueve-la-contaminacion-de-los-rios/>

Municipalidad distrital de Palca. (2023). *Municipalidad distrital de Palca.*

<https://munipalca.gob.pe/web/distrito.php?id=3>

Nunez, C. (2011). *La contaminación del agua constituye una crisis mundial creciente. Esto es lo que hay que saber.* National Geographic. National Geographic.

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-del-agua>

Paredes, B. (2022). *Análisis de coliformes fecales en alimentos comercializados en mercados del Perú: Una revisión narrativa.* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Decana de América].

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/18319>

- Pauta-Calle, G., Velazco, M., Gutierrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, O., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.08>
- PRODUCE. (2015). *Ministerio de la producción. Principales especies acuícolas cultivadas en el Perú*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/Ficha-de-las-principales-especies-cultivada.pdf>
- PRODUCE. (2019a). *Ministerio de la Producción – PRODUCE. La actividad de acuicultura en el Perú. Definición de acuicultura ámbito de la actividad*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/Descripci%C3%B3n-de-la-actividad-acu%C3%ADcola.pdf>
- PRODUCE. (2019b). *Ministerio de la Producción. Principios para optimizar el cultivo de trucha arco iris en la categoría Arel*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/10/Principios-para-optimizar-el-cultivo-de-trucha-AREL-Agosto2019.pdf>
- PRODUCE. (2022). *Ministerio de la Producción. Manual para una acuicultura sostenible Cultivo de Trucha*.
- Proyecto Especial Tacna. (2024). *Proyecto Especial Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de Tacna—PET - Plataforma del Estado Peruano*. <https://www.gob.pe/pet>

- Quevedo, M. (2023). *Principal causa de contaminación de ríos en el Perú es el crecimiento desordenado de las poblaciones*. RCR Peru. <https://www.rcrperu.com/principal-causa-de-contaminacion-de-rios-en-el-peru-es-el-crecimiento-desordenado-de-las-poblaciones/>
- Ramírez, C. (2011). *Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico* (Ediciones de la U.). Sello Editorial de la Universidad de Medellín. <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/2568>
- Rodríguez, R. (2021). Análisis de la calidad del agua en ríos de la cuenca Chancay—Lambayeque, Perú. *revista veritas et scientia - UPT*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.47796/ves.v10i2.568>
- Severiche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas*. [https://www.researchgate.net/publication/329153132\\_Manual\\_de\\_Metodos\\_Analiticos\\_para\\_la\\_Determinacion\\_de\\_Parametros\\_Fisicoquimicos\\_Basicos\\_en\\_Aguas](https://www.researchgate.net/publication/329153132_Manual_de_Metodos_Analiticos_para_la_Determinacion_de_Parametros_Fisicoquimicos_Basicos_en_Aguas)
- Unesco. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos—Agua y cambio climático*. <https://es.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020>
- Vásquez, W., Talavera, M., & Inga, M. (2016). Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa—Puno. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(1), 15-28.

Yana, K. (2015). *Impacto de la actividad minera sobre las comunidades acuáticas del río Uchusuma- Vila Vilani* [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].  
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2803957>

## **Anexos**

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Variable	Indicadores	Método	Instrumento
<p><b>Problema General</b> ¿Cuál es la calidad de agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con fines de repoblamiento de trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i>, 2023?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Evaluar la calidad de agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con fines de repoblamiento de trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i>, 2023</p>	<p><b>Variabes Independientes</b>  Calidad del agua</p>	<p>Calidad Físicoquímica</p> <p>Calidad Microbiológica</p>	<p><b>Tipo:</b>  Investigación aplicada</p>	<p><b>Técnica:</b>  Análisis documental</p> <p><b>Instrumento:</b>  Ficha de registro</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p>			<p><b>Nivel:</b>  Descriptivo</p>	
<p>¿Cuál es la calidad físicoquímica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con fines de repoblamiento de trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i>, 2023?</p>	<p>Evaluar la calidad físicoquímica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con fines de repoblamiento de trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i>, 2023</p>				
<p>¿Cuál es la calidad microbiológica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con fines de repoblamiento de trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i>, 2023?</p>	<p>Evaluar la calidad microbiológica del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con fines de repoblamiento de trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i>, 2023</p>	<p><b>Variabes Dependiente</b></p>	<p>Comparación de parámetros</p>	<p><b>Muestra:</b>  Río Uchusuma comprendidos entre las coordenadas 17°34'42" LS y 69°41'17" LW, en un tramo de 700 metros de largo.</p>	
<p>¿Cuál es la comparación de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECAs), con fines de repoblamiento de trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i>, 2023?</p>	<p>Comparar los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua del río Uchusuma en la zona de Alto Perú con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECAs) con fines de repoblamiento de trucha <i>Oncorhynchus mykiss</i>, 2023</p>				<p>Aptitud para Repoblamiento de trucha</p>

## Anexo 2

Imagen satelital de la zona Alto Perú y las estaciones de muestreo del 2023 y 2024.



### Evidencias de 2023



### Evidencias de 2024



## Anexo 3

### Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua

16		NORMAS LEGALES		Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano	
Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales					
Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
<b>FÍSICOS-QUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cenizas Totales	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala PCOs	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO <sub>3</sub> -) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	80	80	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>					
Amoníaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0001	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,002	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
<b>ORGÁNICO</b>					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
<b>Bifenilos Policlorados</b>					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
<b>ORGANOLÉPTICO</b>					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
<b>MICROBIOLÓGICO</b>					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1000	200
	NMP/100 ml	≤ 86 (área restringida) (d)			

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 4,43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub>).

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

**Área Restringida:** Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

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

**Nota 3:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>).

**Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>)**

Temperatura (°C)	pH							
	6	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
0	231	73.0	23.1	7.32	2.33	0.749	0.230	0.042
5	153	48.3	15.3	4.84	1.54	0.502	0.172	0.034
10	102	32.4	10.3	3.26	1.04	0.343	0.121	0.029
15	69.7	22.0	6.96	2.22	0.715	0.239	0.089	0.026
20	48.0	15.2	4.82	1.54	0.499	0.171	0.067	0.024
25	33.5	10.6	3.37	1.08	0.354	0.125	0.053	0.022
30	23.7	7.50	2.39	0.767	0.256	0.094	0.043	0.021

**Nota:**

(\*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH<sub>3</sub>).

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

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICO-QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Carbono Total	mg/L	0.1		0.1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (p)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	µS/cm	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2		0.5
Fenoles	mg/L	0.002		0.01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 - 8.5		6.5 - 8.4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ3		Δ3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0.1		0.2
Bario	mg/L	0.7		**
Berilio	mg/L	0.1		0.1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0.01		0.05
Cobalto	mg/L	0.2		0.5
Cromo Total	mg/L	0.05		1
Cromo Total	mg/L	0.1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2.5		2.5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0.2		0.2
Mercurio	mg/L	0.001		0.01
Níquel	mg/L	0.2		1
Plomo	mg/L	0.05		0.05
Selenio	mg/L	0.02		0.05
Zinc	mg/L	2		24

<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0.04		0.045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin	µg/L	0.004		0.7
Chlordane	µg/L	0.006		7
Dibuto Difetil Tetracloroetano (DDE)	µg/L	0.001		30
Dieldrin	µg/L	0.5		0.5
Endosulfen	µg/L	0.01		0.01
Endrin	µg/L	0.004		0.2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0.01		0.03
Lindano	µg/L	4		4
<b>Carbamata</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminetos	Huevo/L	1	1	**

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

(b): Después de filtración simple.

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

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

**Nota 4:**

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

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

## Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS-QUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Gases Libres	mg/L	0.0052	0.0052	0.0052	0.001	0.001
Color (b)	Color verdadero Escala PCo	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0.008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2.56	2.56	2.56	5.8	5.8
Fósforo total	mg/L	0.035	0.05	0.05	0.124	0.062
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0.315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 a 9.0	6.5 a 9.0	6.5 a 9.0	6.8 - 8.5	6.8 - 8.5
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
<b>INORGÁNICOS</b>						
Antimonio	mg/L	0.64	0.64	0.64	**	**
Aséptico	mg/L	0.15	0.15	0.15	0.036	0.036
Bario	mg/L	0.7	0.7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0.00025	0.00025	0.00025	0.0088	0.0088
Cobre	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Cromo VI	mg/L	0.011	0.011	0.011	0.05	0.05
Mercurio	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Níquel	mg/L	0.062	0.052	0.052	0.0062	0.0062
Plomo	mg/L	0.0025	0.0025	0.0025	0.0081	0.0081
Selenio	mg/L	0.005	0.005	0.005	0.071	0.071
Taio	mg/L	0.0008	0.0008	0.0008	**	**
Zinc	mg/L	0.12	0.12	0.12	0.061	0.061
<b>ORGÁNICOS</b>						
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Hexahidrobutileno	mg/L	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
<b>BTEX</b>						
Benceno	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Antraceno	mg/L	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
Fluoranteno	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
<b>Bifenilos Policlorados</b>						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0.000014	0.000014	0.000014	0.00003	0.00003
<b>PLAGUICIDAS</b>						
<b>Organofosforados</b>						
Malatión	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Paratión	mg/L	0.000013	0.000013	0.000013	**	**
<b>Organoclorados</b>						
Aldrin	mg/L	0.000004	0.000004	0.000004	**	**
Clordano	mg/L	0.0000043	0.0000043	0.0000043	0.000004	0.000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
Dieldrin	mg/L	0.000056	0.000056	0.000056	0.000019	0.000019
Endosulfán	mg/L	0.000056	0.000056	0.000056	0.000087	0.000087
Erdin	mg/L	0.000036	0.000036	0.000036	0.000023	0.000023
Heptacloro	mg/L	0.0000038	0.0000038	0.0000038	0.000036	0.000036

## Anexo 4

Registro de datos de campo de (E1) del 2023

### REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

REALIZADO POR: Fredy Esfrayn Tapia Alave  
 FECHA: 24/08/2023, HORA: 9:58 a.m

N° PTO MONITOREO	DESCRIPCIÓN Origen/Ubicación	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
E1	Río Uchusuma	Alto Perú	Palca	Tacna	Tacna

COORDENADAS UTM		ALTITUD
Este	Norte	
17°34'50"	69°41'04"	4325 m.s.n.m.

#### PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO

Temperatura T° °C	pH mg/l(ppm)	Oxígeno disuelto (O2) mg/l(ppm)	Amonio (NH <sup>+</sup> 4) mg/l(ppm)	Nitratos (NO <sub>3</sub> -) mg/l(ppm)	Nitritos (NO <sub>2</sub> -) mg/l(ppm)	Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) mg/l(ppm)
12.6	7.5	10	<0,05	<0,5	0,025	0,05

Observaciones:

.....  
 .....

## Anexo 5

Registro de datos de campo de (E2) del 2023

### REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

REALIZADO POR: Fredy Esperanza Tapia Alave

FECHA: 24/08/2023, HORA: 12:30 p.m.

N° PTO MONITOREO	DESCRIPCIÓN Origen/Ubicación	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
E2	Río Uchusuma	Alto Parú	Palca	Tacna	Tacna

COORDENADAS UTM		ALTITUD
Este	Norte	
17°34'44"	69°41'14"	4331 m.s.n.m.

### PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO

Temperatura T° °C	pH mg/l(ppm)	Oxígeno disuelto (O <sub>2</sub> ) mg/l(ppm)	Amonio (NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> ) mg/l(ppm)	Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/l(ppm)	Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) mg/l(ppm)	Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) mg/l(ppm)
14.5	7.5	10	<0,05	<0,5	<0,01	0,1

Observaciones:

.....  
.....

## Anexo 6

Registro de datos de campo de (E3) del 2023

### REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

REALIZADO POR: Fredy Esprayn Tapia Aluve

FECHA: 24/08/2023 HORA: 2:15 p.m.

N° PTO MONITOREO	DESCRIPCIÓN Origen/Ubicación	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
E3	Rio Uchusuma	Alto Perú	Palca	Tacna	Tacna

COORDENADAS UTM		ALTITUD
Este	Norte	
17°34'36"	69°41'21"	4339 m.s.n.m.

#### PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO

Temperatura T° °C	pH mg/l(ppm)	Oxígeno disuelto (O2) mg/l(ppm)	Amonio (NH <sup>+</sup> 4) mg/l(ppm)	Nitratos (NO3 <sup>-</sup> ) mg/l(ppm)	Nitritos (NO2 <sup>-</sup> ) mg/l(ppm)	Fosfatos (PO4) mg/l(ppm)
15.7	7.5	10	<0,05	<0,5	0,025	0,1

Observaciones:

.....

.....

## Anexo 7

### Registro de datos de campo de (E-a) del 2024

#### REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

REALIZADO POR: Fredy Espayn Tapia Alave

FECHA: 10/03/2024, HORA: 1:20 p.m.

N° PTO MONITOREO	DESCRIPCIÓN Origen/Ubicación	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
E-a	Rio Uchusuma	Alto Perú	Palca	Tucumán	Tucumán

COORDENADAS UTM		ALTITUD
Este	Norte	
17° 34' 56"	69° 40' 40"	4315 m.s.n.m.

#### PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO

Temperatura T° °C	pH mg/l(ppm)	Oxígeno disuelto (O <sub>2</sub> ) mg/l(ppm)	Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) mg/l(ppm)	Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/l(ppm)	Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) mg/l(ppm)	Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) mg/l(ppm)
15	7	10	<0,05	<0,5	0,025	0,05

Observaciones:

.....

.....

## Anexo 8

Registro de datos de campo de (E-b) del 2024

### REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

REALIZADO POR: Fredy Espayn Tapia Alave

FECHA: 10/03/2024 HORA: 2:00 p.m.

N° PTO MONITOREO	DESCRIPCIÓN Origen/Ubicación	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
E-b	Río Uchosome	Alto Perú	Palca	Tacna	Tacna

COORDENADAS UTM		ALTITUD
Este	Norte	
17° 34' 44"	69° 41' 04"	4337 m.s.n.m.

#### PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO

Temperatura T° °C	pH mg/l(ppm)	Óxígeno disuelto (O <sub>2</sub> ) mg/l(ppm)	Amoníaco (NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> ) mg/l(ppm)	Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/l(ppm)	Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) mg/l(ppm)	Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) mg/l(ppm)
16.6	7.5	10	<0,05	<0,5	<0,01	0,05

Observaciones:

.....

.....

## Anexo 9

### Análisis físico-químico del agua



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA



### LABORATORIO DE TECNOLOGIA PESQUERA CERTIFICADO DE ANÁLISIS


#### ANÁLISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS

SOLICITANTE : Fredy Esfrayn Tapia Alave  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Río Uchusuma -Alto Perú -Distrito de Palca-Tacna  
FECHA DEL ANÁLISIS : 23 de agosto del 2023

PARAMETROS	RESULTADOS
pH	7,63
Conductividad Eléctrica mS/cm	0,66
Carbonatos mg/L	0,00
Bicarbonatos mg/L	84,60
Cloruros mg/L	17,75
Dureza mg/L	207,00
Alcalinidad mg/L	70,50
CO <sub>2</sub> mg/L	0,00
Salinidad 0/00	0,42

  
Lic. Quim. Reyna Calcino Angulo  
Encargada del Laboratorio



  
MSc. Leonardo Sherón Ramírez  
Jefe del Laboratorio

## Anexo 10

### Análisis microbiológico de aguas



**DIRESA**  
DIRECCIÓN  
REGIONAL DE  
SALUD TACNA

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

#### INFORME DE ENSAYO N°0369- 2023 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante: FREDY ESFRAYN TAPIA ALAVE  
Dirección :

DATOS DEL MUESTREO		CONTROL LABORATORIO	
Provincia	Tacna	Fecha/Hora de recepción Lab.	23/08/2023; 10:03 Hrs.
		Fecha de inicio del ensayo	23/08/2023; 13:00 Hrs.
Fecha/hora de inicio de muestreo	23/08/2023; 06:40 Hrs.	Fecha de reporte	31/08/2023
		Fecha de emisión de resultado	01/09/2023
Muestreado por	Fredy Esfrayn Tapia Alave		

#### RESULTADOS

Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Tipo	Origen de la fuente/Punto de muestreo/localidad	Bacterias heterótrofas 35°C (UFC/ml)	Coliformes Totales Verificada 35°C (UFC/100ml)	Escherichia coli Verificada 44,5°C (UFC/100ml)
47-ST	Agua Natural	Agua Natural / Rio Uchusuma - Alto Perú / Alto Perú	01	14	<1,8

NOTA: < "Valor" significa no cuantificable inferior al valor indicado. UFC: Unidades Formadoras de Colonias. NSD: No se determinó. <1= 0

##### Método de ensayo:

- Determinación de Coliformes Totales (MPN) SM2000 APHA, ANWA/WEF, Part. 9221 B, 23 rd Edition 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
- Determinación de Coliformes Fecales (MPN) SM2000 APHA/WWA/WEF, Part. 9221 B1, 23 rd Edition 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedure: Thermo Selective Coliform Test (TC Medium).
- Determinación de Escherichia coli (MPN) SM2000 APHA, ANWA/WEF, Part. 9221 F1, 23 rd Edition, 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate

GOBIERNO REGIONAL DE TACNA  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
  
Ing. M. Sc. JULIO L. SOTELO ACERO  
DIRECTOR EJECUTIVO DE SALUD AMBIENTAL  
CIP. 63884

Fabiola Nidia Garcia Iquise  
Biólogo  
C.B.P. 11911

(01) Original.  
(03) Copia  
JSA/ichg

Los ensayos se han efectuado según lo solicitado por cadena de custodia.  
Los resultados del Informe corresponden solo a las muestras sometidas a ensayo.  
La reproducción parcial de este Informe, no está permitida sin la autorización por escrito.

Dirección Central: Calle José Jiménez S/N – Sector Colegio Militarizado Lote Z. Tacna-Perú  
Dirección regional de Salud de Tacna – Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental  
Correo electrónico: [desa@diresatacna.gob.pe](mailto:desa@diresatacna.gob.pe)  
Tacna - Perú

## Anexo 11

### Muestra para análisis físico-químico del agua del río Uchusuma



Vista del río Uchusuma



Toma de muestra de agua



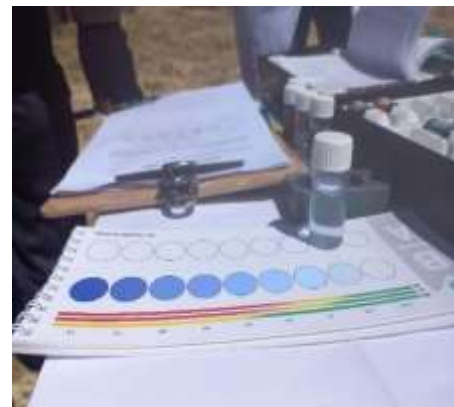
Análisis de agua insitu utilizando kit pro JBL AQUATEST



Lectura del colorímetro de análisis de agua

## Anexo 12

Reactivos utilizados para el análisis de la calidad del agua



### Anexo 13

Toma de muestra para análisis microbiológico del agua - río Uchusuma



## Anexo 14

Entrega de muestra en el laboratorio para el análisis



## Anexo 15

Medición del caudal del río Uchusuma - Alto Perú













**Anexo 16**  
Evidencias del 2024







## Anexo 17

### Análisis de datos del 2023 y 2024

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Medición 1	15	411,66	27,44	3165,00
Medición 2	15	413,63	27,58	3161,40
Medición 3	15	414,36	27,62	3157,61

#### Análisis de varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,2604	2	0,130	0,00	0,99996	3,21994
Dentro de los grupos	132776,1298	42	3161,336			
Total	132776,3902	44				

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Medición-a	7	32,625	4,661	37,033
Medición-b	7	34,71	4,959	43,326

#### Análisis De Varianza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,3105	1	0,311	0,008	0,931	4,747
Dentro de los grupos	482,1529	12	40,179			
Total	482,4634	13				