

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DE LA RINCONADA DEL  
CENTRO POBLADO DE SALCEDO, PUNO - 2024**

**PRESENTADA POR:**

**ERICK FERNANDO FLORES MERMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



# 7.12%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 16 MAY 2025, 3:15 PM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
0.41%

● CHANGED TEXT  
6.7%

## Report #26428495

ERICK FERNANDO FLORES MERMA // CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DE LA RINCONADA DEL CENTRO POBLADO DE SALCEDO, PUNO – 2024 RESUMEN El agua en la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, está siendo afectada por diversos factores como la evacuación de aguas residuales domésticas. La presente investigación tuvo por objetivo evaluar la calidad del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, Puno - 2024. Los datos obtenidos y el análisis para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se desarrollaron mediante la metodología establecida en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua, los resultados obtenidos de cada muestra representativa de cada punto se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para Agua; cuyas concentraciones de los parámetros estudiados fueron: pH (7.32), (7.33), (7.33); conductividad eléctrica (0.40 mS/cm), (1.03 mS/cm), (0.23 mS/cm); temperatura (12.8°C), (12.9°C), (12.7°C); turbidez (0.002 UNT), (0.004 UNT), (0.001 UNT); oxígeno disuelto (7.60 mg/L), (7.65 mg/L), (7.70 mg/L); dureza total (161.98 mg/L), (247.00 mg/L) (657.4 mg/L); cloruros (39.71 mg/L), (161.70 mg/L), (14.18 mg/L); sulfatos (98 mg/L), (164 mg/L), (68 mg/L) y nitratos (0.01 mg/L), demanda química de oxígeno (260.20 mg/L), (340,60mg/L), (180.22 mg/L); demanda bioquímica de oxígeno (104.08 mg/L), (136.24 mg/L), (72.09 mg/L);

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**

**CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DE LA RINCONADA DEL  
CENTRO POBLADO DE SALCEDO, PUNO – 2024**

**PRESENTADA POR:**

**ERICK FERNANDO FLORES MERMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:   
Dr. ESTEBAN SIDRO LEON APAZA.

PRIMER MIEMBRO

:   
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

:   
M.Sc. FRÉDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:   
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 19 de mayo del 2025

## DEDICATORIA

Dedico mi tesis con todo mi corazón a mi señora madre Dionicia Merma Condori, quien me formó con buenos principios y una excelente educación para que yo pueda crecer y triunfar como persona y profesionalmente, siempre has estado en mis momentos más difíciles y me conoces mas que a nadie, siempre te llevare en mi corazón y muchas gracias por apoyarme y brindarme todo cariño y amor para que hoy en dia es gracias a ti por que lo soy y por lo que tengo.

También agradecer a la persona que me inspiró a seguir esta carrera profesional de ingeniería ambiental de quien hablo es mi padre Heber Mamani Velasquez, que con su enseñanza y amor me formó una persona de excelencia y trabajadora, le agradezco con todo mi corazón por su apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTOS

A La Universidad Privada San Carlos de Puno por ser parte de mi formación profesional y llevar el prestigio de mi profesión.

A la escuela profesional de ingeniería Ambiental y su plana docente por ser parte en la formación y desarrollo profesional y la obtención de grados de conocimientos.

A mi asesor Ing MG. Julio Wilfredo Cano Ojeda por que con su orientación y guía se hizo posible este informe de investigación la cual agradezco antemano por sus conocimientos y enseñanzas para mi aprendizaje.

A los miembros del jurado al **Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA, Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ, M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA y Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA** por quienes con su experiencia, conocimiento y orientaron se realizó elaboración de este trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.1.3. JUSTIFICACIÓN	16
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>17</b>
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	17
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	19
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	21
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>22</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>23</b>
---------------------------	-----------

2.1.1. CALIDAD DEL AGUA	23
2.1.2. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICAS	23
2.1.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	25
2.1.4. CALIDAD MICROBIOLÓGICA	25
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>26</b>
2.2.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO	26
2.2.2. OXÍGENO DISUELTO	26
2.2.3. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	26
2.2.4. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	26
2.2.5. NITRATOS	26
2.2.6. FOSFATOS	26
2.2.9. COLIFORMES TOTALES	27
2.2.10. COLIFORMES FECALES	27
<b>2.2. MARCO NORMATIVO</b>	<b>28</b>
<b>2.3. ECA D.S N° 004-2017-MINAM</b>	<b>28</b>
<b>2.4. HIPÓTESIS</b>	<b>28</b>
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	28
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	28
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>29</b>
<b>3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>29</b>
<b>3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>30</b>
3.3.1. POBLACIÓN	30
3.3.2. MUESTRA	30
<b>3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>31</b>
3.4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
3.4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	32

3.4.3. MÉTODO	32
3.4.4. METODOLOGÍA DE DESARROLLO	32
<b>3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>33</b>
3.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
3.5.2. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS	33
<b>3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	
<b>4.1. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS</b>	<b>36</b>
4.1.1. PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DE LA MICROCUENCA RINCONADA DE SALCEDO, DE ACUERDO CON LOS ECA D.S. N° 004-2017-MINAM.	36
4.1.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LA MICROCUENCA DE LA RINCONADA DE SALCEDO, DE ACUERDO CON LOS ECA CATEGORÍA 4 D.S. N° 004-2017-MINAM	50
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Ubicación geopolítica del centro poblado de Salcedo	30
<b>Tabla 02:</b> Operacionalización de variables de la investigación	33
<b>Tabla 03:</b> Niveles de concentración de parámetros físicos comparados con los ECAs, categoría 1, Subcategoría A-I	36
<b>Tabla 04:</b> Niveles de concentración de parámetros químicos comparados con los ECAs, Categoría 1, Subcategoría A-I	43
<b>Tabla 05:</b> Niveles de concentración de parámetros microbiológicos comparados con los ECAs, Categoría 1, Subcategoría A-I	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Ubicación de los puntos de monitoreo, microcuenca la Rinconada de Salcedo	29
<b>Figura 02:</b> Resultado de pH de las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	37
<b>Figura 03:</b> Resultados de la conductividad eléctrica de las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017	38
<b>Figura 04:</b> Resultados de la temperatura de las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	39
<b>Figura 05:</b> Resultado de la turbidez de las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	40
<b>Figura 06:</b> Resultado para el oxígeno disuelto de las muestras de agua comparados con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	41
<b>Figura 07:</b> Resultados para los sólidos totales disueltos de las muestras de agua, comparados con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	42
<b>Figura 08:</b> Resultado de la dureza total en las muestras de agua, comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	44
<b>Figura 09:</b> Resultado para cloruros en las muestras de agua, comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	45
<b>Figura 10:</b> Resultado de los sulfatos en las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	46
<b>Figura 11:</b> Resultados para nitratos en las muestras de agua, comparados con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	47
<b>Figura 12:</b> Resultados de la demanda química de oxígeno en las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	48
<b>Figura 13:</b> Resultados para la demanda bioquímica de oxígeno de las muestras de agua, comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM	49

- Figura 14:** Resultados para los coliformes totales en las muestras de agua,  
comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM 50
- Figura 15:** Resultados para coliformes termotolerantes en las muestras de agua,  
comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM 51

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	65
<b>Anexo 02:</b> Categoría 4 conservación del ambiente acuático	66

## RESUMEN

El agua en la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, está siendo afectada por diversos factores como la evacuación de aguas residuales domésticas. La presente investigación tuvo por objetivo evaluar la calidad del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, Puno - 2024. Los datos obtenidos y el análisis para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se desarrollaron mediante la metodología establecida en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua, los resultados obtenidos de cada muestra representativa de cada punto se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para Agua; cuyas concentraciones de los parámetros estudiados fueron: pH (7.32), (7.33), (7.33); conductividad eléctrica (0.40 mS/cm), (1.03 mS/cm), (0.23 mS/cm); temperatura (12.8°C), (12.9°C), (12.7°C); turbidez (0.002 UNT), (0.004 UNT), (0.001 UNT); oxígeno disuelto (7.60 mg/L), (7.65 mg/L), (7.70 mg/L); dureza total (161.98 mg/L), (247.00 mg/L) (657.4 mg/L); cloruros (39.71 mg/L), (161.70 mg/L), (14.18 mg/L); sulfatos (98 mg/L), (164 mg/L), (68 mg/L) y nitratos (0.01 mg/L), demanda química de oxígeno (260.20 mg/L), (340,60mg/L), (180.22 mg/L); demanda bioquímica de oxígeno (104.08 mg/L), (136.24 mg/L), (72.09 mg/L); coliformes totales (39.00 NMP/100), (120.00 NMP/100), (290.00 NMP/100) y las bacterias coliformes termotolerantes (9.10 NMP/100), (7.30 NMP/L) y (3.60 NMP/100) respectivamente. Concluyendo que, la calidad del agua no cumple con los ECA para los parámetros puesto que sobrepasan los ECA, de manera similar la percepción de la población manifiesta una mala gestión del agua.

**Palabras clave:** Calidad de agua, Contaminación, Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

## ABSTRACT

The water in the Rinconada de Salcedo micro-basin is being affected by various factors such as the evacuation of domestic wastewater. The present investigation aimed to evaluate the water quality of the Rinconada de Salcedo micro-basin, Puno - 2024. The data obtained and the analysis for the physicochemical and microbiological parameters were developed using the methodology established in the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources of the National Water Authority, the results obtained from each representative sample of each point were compared with the Environmental Quality Standards ECAs for Water; whose concentrations of the parameters studied were: pH (7.32), (7.33), (7.33); electrical conductivity (0.40 mS / cm), (1.03 mS / cm), (0.23 mS / cm); temperature (12.8 ° C), (12.9 ° C), (12.7 ° C); turbidity (0.002 NTU), (0.004 NTU), (0.001 NTU); dissolved oxygen (7.60 mg/L), (7.65 mg/L), (7.70 mg/L); total hardness (161.98 mg/L), (247.00 mg/L) (657.4 mg/L); chlorides (39.71 mg/L), (161.70 mg/L), (14.18 mg/L); sulfates (98 mg/L), (164 mg/L), (68 mg/L) and nitrates (0.01 mg/L), chemical oxygen demand (260.20 mg/L), (340.60 mg/L), (180.22 mg/L); biochemical oxygen demand (104.08 mg/L), (136.24 mg/L), (72.09 mg/L); total coliforms (39.00 MPN/100), (120.00 MPN/100), (290.00 MPN/100) and thermotolerant coliform bacteria (9.10 MPN/100), (7.30 MPN/L) and (3.60 MPN/100) respectively. In conclusion, the water quality does not comply with the ECA for the parameters since they exceed the ECA, similarly the perception of the population shows poor water management.

**Keywords:** Water quality, Pollution, Physicochemical and microbiological parameters.

## INTRODUCCIÓN

Las aguas superficiales está destinada para diferentes fines como para el consumo o recreación, asimismo son evaluadas de acuerdo con los criterios de calidad establecidos por los organismos de cuenca según la Ley de Aguas y la normativa derivada (Gómez et al., 2016). La calidad del agua es esencial para la salud y representa un valor ecológico para el crecimiento económico en el Perú, debido al componente geográfico de cada lugar presenta diversas actividades para el desarrollo de cada población, estas actividades generan dispersión de contaminantes, dado que influyen en la alteración de la diversidad biológica y las características del agua (Villena, 2018). La calidad del agua se evalúa a menudo en función a la alteración de las características fisicoquímicas y contaminación microbiana, para garantizar una eficiente calidad del agua debe cumplir con los estándares de seguridad especificados en la normativa nacional D.S. N° 004-2017-MINAM (Colqui & Montoya, 2024).

En el Perú existe dos normativas que son muy importante para establecer la calidad del agua, estas normativas establecen parámetros fisicoquímicos y microbiológicos donde la concentración de ciertas sustancias o el grado de estos elementos tienden a alterar la calidad del agua (Barriga et al., 2022). Asimismo, la inadecuada gestión representa una amenaza para la biodiversidad y la salud de las personas, de manera que es importante evaluar el grado concentración de estos parámetros, realizando monitoreos periódicos a fin de actualizar el estado actual de los recursos hídricos (González et al., 2023).

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas superficiales es importante su evaluación mediante ensayos en laboratorio, ya que mediante los resultados obtenidos podremos ver la aptitud para los diferentes usos, como la disposición de agua potable, la agricultura, la industria y la conservación de ecosistemas acuáticos (Reyna, 2021). Cabe mencionar que las características de la calidad del agua depende del nivel de concentración de cada parámetro evaluado; asimismo de la época del año (estiaje o avenida), de igual manera estas alteraciones están relacionados con las actividades del hombre (Morales, 2022). En tal sentido, para la presente investigación se realizó el

monitoreo en la microcuenca de la Rinconada, centro poblado de Salcedo, con el objetivo de evaluar las características físicoquímica y microbiológicas del agua, tomando como criterio lo establecido en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Aguas Superficiales (ANA, 2016).

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A nivel global, existe una creciente preocupación por la calidad del agua debido a su importancia para la salud humana, la agricultura, la industria y los ecosistemas acuáticos. La contaminación del agua es un problema global que afecta a numerosos países y regiones, causando impactos negativos en la biodiversidad y en la calidad de vida de las poblaciones (Guevara et al., 2019).

El problema principal radica en la contaminación del agua, de los ríos, cuencas y microcuencas, son contaminadas por actividades industriales del hombre durante las actividades productivas implicando una serie de procesos operativos en los cuales no se tiene en cuenta el problema de la contaminación de los recursos hídricos. Un ejemplo concreto es la contaminación del Rio Twitter en Brasil cuyas aguas presentan altísimos niveles de contaminación y lo mismo sucede con el río Babahoyo en el Ecuador (Gallegos, 2011).

El Perú enfrenta desafíos significativos en la gestión y conservación de sus recursos hídricos. La falta de políticas y regulaciones efectivas, así como la deficiente infraestructura para el tratamiento previo de los vertimiento de aguas contaminadas que son evacuadas a los lagos, ríos, cuencas, subcuencas y microcuencas en diversas regiones del país, como es el caso de la contaminación del río Mantaro en la región Junín, el río Vilcanota en Cusco, el río Chillón de Piura, que por citar solo algunos casos presentan niveles de contaminación significativos y altos que definitivamente afectan la

salud de los pobladores y la biodiversidad de su entorno. La ONU resaltó que más de diez millones de peruanos, el 31,15% de la población, están expuestos a sustancias tóxicas como metales pesados en las microcuencas, según datos proporcionados por el Ministerio de Salud de Perú. Subraya el riesgo que enfrentan tanto las generaciones presentes como las futuras en términos de salud pública (Paucar & Iturregui, 2020).

En la microcuenca del centro poblado de Salcedo, se observa una degradación progresiva de la calidad del agua como resultado de la actividad humana que contaminan sin compasión al agua de las microcuencas que desembocan al Lago Titicaca, esta situación pone en riesgo no únicamente el bienestar de los ecosistemas acuáticos, sino también la disponibilidad de agua para el consumo humano, de los animales y actividades agrícolas, que son fundamentales para la subsistencia de las comunidades locales. La microcuenca de la rinconada del centro poblado Salcedo es una zona de importancia ambiental y socioeconómica significativa, sin embargo, se ha observado una preocupante degradación en la calidad de sus aguas (Huaquisto y Chambilla, 2019)

Este problema se agrava por la falta de medidas efectivas de conservación y manejo sostenible de los recursos hídricos. La contaminación de las microcuencas de Salcedo implica el vertimiento de diversos agentes contaminantes, en el sector Ranchopunco se realiza la fabricación de ladrillos provocando la erosión por el movimiento de tierras cuyos propietarios establecidos con sus familias habitan en condiciones precarias, sin los servicios de agua potable, servicios higiénicos mucho menos el servicio de recojo de residuos sólidos, además se dedican a crianza de animales (porcinos), en el trayecto de los riachuelos se ubican centros educativos y urbanizaciones, sumando a ello los malos hábitos de algunos pobladores; hechos que vienen afectando la calidad del agua de la microcuenca y el ecosistema en estas áreas específicas. por lo que es necesario identificar los principales contaminantes y sus fuentes, con el fin de proponer estrategias adecuadas para su protección y recuperación. Estos hechos constituyen suficientes pruebas para percibir la degradación de la calidad del agua, y la amenaza para la salud humana y el bienestar de los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados. Es por eso

que se realizará una evaluación de la calidad del agua de la microcuenca Rinconada del Centro Poblado de Salcedo basado en análisis microbiológicos, físicos y químicos de su agua para determinar su calidad actual, ya que el problema de contaminación de la microcuenca representa un desafío ambiental.

### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál será la calidad del agua de la microcuenca la Rinconada del centro poblado de Salcedo, Puno - 2024?

### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, Puno de acuerdo con los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM?
- ¿Cuál será la calidad microbiológica del agua en la microcuenca la Rinconada de Salcedo, Puno de acuerdo con los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM?

### **1.1.3. JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación radica en la necesidad de comprender y abordar los problemas de contaminación del agua en la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, causados por las actividades humanas las mismas que tiene repercusiones directas en la salud humana, y el medio ambiente local. Al conocer la concentración de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos del agua estos aspectos permiten tomar medidas para la conservación preservación y manejo sostenible de los recursos hídricos en la zona, contribuyendo con la recuperación de la calidad de estas fuentes de vida para las poblaciones locales y a preservar los ecosistemas acuáticos en esta importante microcuenca.

La investigación pretende abordar la preocupante degradación de la calidad del agua en la microcuenca de Salcedo Rinconada, debido a la falta de estudios de investigación, e inactividad de los responsables quienes no advierten los impactos que ocasiona como el estado de degradación creciente de la microcuenca la misma que evacua sus aguas a la extremadamente contaminada bahía del lago Titicaca; los resultados preliminares de la presente investigación permitirán alertar y sensibilizar a dichas autoridades para que

tomen las medidas pertinentes en pro de la conservación de los recursos hídricos de la zona.

El aporte de esta investigación consiste en la realización de un diagnóstico sobre la problemática que se analiza, con el fin de conocer las causas y efectos de contaminación de las aguas de la microcuenca y que las autoridades puedan diseñar e implementar acciones efectivas para mitigar los impactos negativos en el ambiente y en la salud de las personas, promoviendo así un desarrollo sostenible en la zona de estudio. Es decir, a partir de esta investigación será posible plantear alternativas de solución a la problemática mencionada.

El aporte innovador implica que esta investigación es la única con posible ejecución en la Microcuenca Rinconada Salcedo, en tanto es otro contexto, otro escenario y otra muestra.

La justificación socio ambiental de esta investigación radica en la necesidad de proteger la salud de las poblaciones locales, conservar la biodiversidad de la zona, garantizar la sostenibilidad de la agricultura y otras actividades económicas locales, y cumplir con normativas y compromisos internacionales en materia ambiental. La calidad del agua en la microcuenca de la Rinconada de Salcedo es crucial para el bienestar de las comunidades locales y para mantener el equilibrio de los ecosistemas tanto acuáticos como terrestres en la región. Por consiguiente, es esencial investigar y solucionar los problemas de contaminación del agua en esta área para asegurar su calidad, asegurar un desarrollo sostenible y armonioso con el entorno natural.

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Cárdenas (2021), con el fin de evaluar utilizando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para mejorar la calidad del agua en la microcuenca hidrográfica del río Tutanangoza. Se trata de un tipo de investigación experimental que utiliza un enfoque cuantitativo. El ICA-NSF es el método de análisis del agua. Los resultados indican que se encuentran en el rango de bueno y regular (60-75 ICA-NFS), estos resultados se

obtuvieron utilizando el instrumento ICA-NSF. Además, los límites máximos permitidos de las concentraciones del parámetro de coliformes fecales ( $>1000$  nmp/100 ml) están expuestos a la normativa ambiental vigente debido a la alta actividad ganadera en las diferentes zonas de estudio.

Toapanta (2022), presentó un estudio denominado “La evaluación de la calidad de agua en el tramo de la microcuenca río Chibunga, utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores e índice ICA-NSF,” se realizó el monitoreo de la calidad del agua en un tramo de la microcuenca del río Chibunga en cuatro puntos de muestreo durante la temporada de lluvias. Este monitoreo incluyó análisis fisicoquímicos y microbiológicos, además del examen de los macroinvertebrados presentes, que también contribuyeron a la evaluación de la calidad del agua. Los recorridos se realizaron desde el sector Ricpamba hasta el sector Parque Ecológico, donde se observaron actividades que contaminan el agua. Los principales problemas ambientales en este tramo están relacionados con descargas directas de aguas domésticas e industriales, presencia de basura, y actividades agrícolas, ganaderas y recreativas. El Índice de Calidad de Agua se calculó utilizando parámetros como pH, temperatura, oxígeno disuelto, DBO5, coliformes fecales, fosfatos, nitratos, sólidos suspendidos totales y turbidez. Las variables menos afectadas fueron el pH y los nitratos, pero en la parte baja del tramo, la calidad del agua empeoró de Regular a Mala en variables como la DBO5 y los fosfatos. Según el valor de coliformes fecales, la calidad del agua en el área de estudio es pésima. El análisis de macroinvertebrados indicó que la calidad del agua es mala. En promedio, la calidad del agua en este tramo específico de la microcuenca es del 59%, lo que indica un estado Regular o Medianamente contaminado.

Samaniego (2019) realizó una investigación denominada “Análisis de calidad del agua de la microcuenca río Alcacay como herramienta de gestión de los recursos hídricos”, las actividades humanas en la zona perteneciente del río Alcacay su microcuenca pueden comprometer su calidad, representando un riesgo para los habitantes de áreas bajas. Por ende, es muy importante llevar a cabo un análisis de esta calidad, especialmente porque

el agua de esta microcuenca se utiliza para consumo en el centro cantonal de Sígsig. Este estudio tiene el propósito de examinar el nivel de contaminación del agua en distintas altitudes de la microcuenca, donde puede verse afectada por actividades agrícolas y ganaderas. Se seleccionaron 4 puntos de muestreo en el río en función del uso del suelo y se recopiló información del área a través de encuestas para identificar las variables que podrían influir en el agua. Se llevaron a cabo tres rondas de monitoreo durante los meses de septiembre (época seca, 44,38 mm) y los meses de octubre y noviembre (época lluviosa, 56,60 - 121,12 mm), se utilizó el Índice de Calidad de Agua de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF) para evaluar la calidad del agua en los puntos seleccionados. Se investigó si existía una relación entre variables como la presión atmosférica, la temperatura y la altitud con el ICA. Además, se propusieron medidas para controlar y mitigar los impactos de las actividades humanas en la calidad del agua. Los resultados del ICA-NSF variaron entre 61,28 y 72,07, indicando que la calidad del agua oscila entre media y buena, predominando la calidad media en la mayoría de los puntos de monitoreo. Los coliformes fecales fueron el parámetro más influyente, alcanzando valores extremos de 920 NMP/100ml durante la época lluviosa. Sin embargo, otros parámetros, a excepción de la demanda bioquímica de oxígeno, nitratos y fósforo total, aumentaron a medida que disminuye la altitud de la microcuenca. Entre las variables consideradas en relación con el ICA, la temperatura ambiental mostró la mayor influencia con un 45,60%.

### **1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Según Astocaza (2022), se presentan los hallazgos de la investigación utilizando informaciones obtenidas de técnicas e instrumentos de estudio que involucran el análisis de datos cuantitativos, tanto descriptivos como inferenciales. Estos resultados se presentan de manera objetiva a través de tablas estadísticas y gráficos, los cuales se relacionan con las hipótesis de trabajo y su correspondencia con cada una de las expresiones de la variable independiente.

Garay y Quiliche (2021), con el fin de investigar cómo la descarga del agua residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca afectan el agua del río Chonta en 2021. Es un estudio descriptivo y analítico de tipo longitudinal. Los resultados muestran un efecto aparentemente negativo al comparar las medianas, donde las concentraciones en las estaciones M-1(AR) (agua arriba) son menores que en las estaciones M-2(AB) (agua abajo), excepto en el caso de la DQO, donde las concentraciones en las estaciones M-2(AB) son mayores. Sin embargo, la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para las muestras relacionadas mostró un  $p > 0.05$  (Sig. = 0.144). Como resultado, la calidad del agua del río Chonta no se ve afectada negativamente por la descarga de aguas residuales domésticas de la ciudad de Los Baños del Inca en 2021. No obstante, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Cat 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales, establecidos en DS 004 -2017 MINAM, son superados en estos resultados

Salazar (2020), realizó su investigación con el objetivo de evaluar el efecto de las aguas residuales del río Tarma, se estudiaron parámetros físicos, químicos y biológicos a lo largo del tiempo. Se realizaron monitoreos en el río Tarma para analizar los parámetros más relevantes. El estudio se llevó a cabo en cuatro puntos distintos de la subcuenca alta del río Tarma, con los siguientes códigos: RHuan 1 en la subcuenca alta, RT arma1, RT arma2 y RPalc1 en la subcuenca media. Al examinar los parámetros físicos, químicos y biológicos de la cuenca alta y media del río Tarma entre 2015 y 2019, se observó que los niveles de coliformes fecales (CF) superan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA Agua) de categoría 3, y su concentración aumenta a medida que el río fluye de la cuenca alta a la cuenca media.

Sánchez (2019) con el propósito de evaluar los riesgos ambientales de los sistemas de agua residual de viviendas en la ciudad de Pucallpa, Ucayali, 2018. La muestra incluyó 23 hogares con sistemas de agua residual domésticas que tenían una vida útil de 1 año. Se utilizó un enfoque de investigación descriptivo y se utilizaron herramientas basadas en la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales emitida por el Ministerio del Ambiente del Perú en el año 2009. Según los resultados del agua residual de viviendas en el AH Cnel.

FAP causa riesgos ambientales y socioeconómicos. Begazo presenta un riesgo moderado, según Víctor M. Maldonado. El riesgo ambiental es moderado en el entorno. En el AH el Cnel. FAP Víctor Manuel Maldonado Begazo decidió buscar ayuda para encontrar, construir, inspeccionar y mantener adecuadamente su pozo séptico., como uno de los medios para reducir los riesgos ambientales que generan el agua residual de las viviendas.

### **1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Según Manrique (2023), con el propósito de evaluar el agua del río Torococha las percepciones de los residentes cercanos los efectos en la salud. Se utilizó un enfoque básico, cuantitativo y no experimental transversal descriptivo. Se tomaron tres muestras de puntos de agua clave en el río Torococha para analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Se realizaron encuestas a la población para conocer su percepción de las consecuencias para la salud. Según los resultados se concluye que sí muestran que los sólidos suspendidos se encuentran en tres puntos de muestreo con valores de 647.00 mg/L, los parámetros fisicoquímicos tienen un impacto en la calidad ambiental del agua del río Torococha. para la muestra 01, 652.00 mg/L para la muestra 02 y 543.00 mg. /L para la muestra 03. Además, la DQO tiene valores de 238.77 mg/L para la muestra 01, 249.00 mg/L para la muestra 02 y 450.76 mg/L para la muestra 03.

Según Andrade (2021), con el propósito de evaluar los parámetros de calidad del agua del río Macusani de acuerdo con las normas ECA para la conservación del medio acuático. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se midieron tanto in-situ como ex-situ utilizando ECAs para agua y LMP. Los resultados muestran que el río Macusani tenía un pH de 8.7, una temperatura de 17.5 °C y 80 mg/L de oxígeno disuelto. La eficiencia de remoción de DBO5 es de 93.42%, DQO es de 94.88%, SST es 67.16% y Coliformes Termotolerantes es de 77.55 %. Concluye que la eficiencia de remoción de carga contaminante de la planta de tratamiento del agua residual del distrito de Macusani es baja, ya que cumple con los Estándares de Calidad Ambiental de conservación de medios acuáticos y los Límites Máximos Permisibles.

Ramirez (2020), investigó con el propósito de examinar y comparar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de agua potable en el Distrito de Paucarcolla con los ECAS del DS 004 – 2017 MINAM. El procedimiento metodológico incluyó la toma de muestras de agua en tres lugares distintos. El método NTP, Métodos Estándar para la Evaluación de Agua y Desechos, Edición 14 de 1975 a 20 de 2005, se utilizó para muestras de agua física y química. Los parámetros microbiológicos y APHA AWWA WPPC se desarrollaron utilizando el método de número de coliformes más probable (NMP) y las placas recubiertas estándar. 1. Los parámetros fisicoquímicos desde la captación hasta el reservorio no superan los límites establecidos en los estándares de calidad ambiental (ECA) en ninguno de los puntos de muestreo, por lo que las muestras no representan un riesgo para la salud humana. El agua potable de Paucarcolla tenía características fisicoquímicas como el pH (6,7 y 7,7), la dureza (174,62 y 160,67 mg/l), los coliformes totales (CT) estaban por debajo de 20 col/100 ml coliformes totales y 50 col/100 ml coliformes termo totales, respectivamente, así como la conductividad (304,0-308,67  $\mu\text{s/cm}$ ) y los cloruros (49,91 y 23,96 mg/l).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad del agua de la microcuenca de la Rinconada del centro poblado de Salcedo, Puno - 2024.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, de acuerdo con los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM..
- Analizar la calidad microbiológica del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, de acuerdo con los ECA D.S N° 004-2017-MINAM.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. MARCO TEÓRICO**

##### **2.1.1. CALIDAD DEL AGUA**

La calidad del agua se refiere al conjunto de características físicas, químicas, biológicas y radiológicas que determinan su aptitud para satisfacer las necesidades humanas y ambientales. Esto incluye la pureza del agua en términos de contaminantes y su capacidad para soportar usos específicos sin dañar el medio ambiente o la salud (Cedrón y Cribilleros, 2017).

Para medir la calidad del agua, se utilizan medidas fisicoquímicas y microbiológicas estos incluyen como el pH, la concentración de oxígeno disuelto, la presencia de contaminantes como metales pesados, pesticidas, microorganismos patógenos, entre otros. Es importante mantener una buena calidad del agua para salvaguardar el medio ambiente y la salud humana (Sunass, 2004).

##### **2.1.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICAS**

###### **2.1.2.1. Características físicas**

La calidad física del agua se refiere a sus características físicas, como su temperatura, color, turbidez (claridad), sabor y olor. Estos aspectos pueden influir en la percepción del agua y en su idoneidad para diferentes usos. Por ejemplo, el color señala la presencia de compuestos orgánicos, mientras que la turbidez indica partículas suspendidas, afectando la penetración de la luz y la vida acuática. La conductividad refleja la cantidad de iones disueltos, influenciando la calidad general del agua (Frías y Montilla, 2016).

- a) **Temperatura:** La temperatura del agua puede afectar la solubilidad de diferentes sustancias y la actividad biológica en el agua. Las temperaturas del agua pueden variar significativamente según la región, la temporada y la profundidad. Las temperaturas del agua generalmente varían desde el punto de congelación del agua, alrededor de 0°C, hasta temperaturas superiores a los 30°C en agua más cálida, como las encontradas en regiones tropicales (Rengifo y Ordóñez, 2010). En océanos y grandes cuerpos de agua, las temperaturas superficiales pueden variar ampliamente, mientras que, en ríos y lagos más pequeños, las temperaturas pueden ser más estables, especialmente en profundidades mayores. Las temperaturas del agua son importantes para la vida acuática, ya que afectan la disponibilidad de oxígeno, la reproducción de las especies y otros procesos biológicos.
- b) **Conductividad eléctrica (us/cm):** Mide la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, siendo influenciada por la presencia de sales disueltas. La conductividad eléctrica del agua es una medida de su capacidad para conducir una corriente eléctrica. Se expresa típicamente en microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S/cm}$ ) o en milisiemens por centímetro ( $\text{mS/cm}$ ). La conductividad eléctrica del agua puede indicar una mayor concentración de sales disueltas, lo que puede deberse a la contaminación por actividades humanas, como la agricultura y la minería. La conductividad eléctrica del agua se utiliza como indicador de la calidad del agua y puede ser importante para determinar su idoneidad para diferentes usos, como el consumo humano, la agricultura o la vida acuática (Arroyo y Monge, 2021).
- c) **Turbidez (ppm):** Refleja la cantidad de partículas suspendidas en el agua y la forma en que las partículas penetran en el agua, lo que es esencial para los organismos acuáticos. La turbidez del agua se mide por la cantidad de partículas suspendidas en ella que afectan la transmisión de la luz. Se expresa típicamente en unidades de partes por millón (ppm) o en unidades de Nephelometric Turbidity Units (NTU), según (Sanchez y Valencia, 2022), indica que cuanto mayor es la turbidez, mayor es la cantidad de partículas suspendidas y más difícil es ver a través del agua, también

puede deberse a diversas causas, como la presencia de sedimentos, materia orgánica, microorganismos u otros materiales en suspensión. La turbidez no solo altera la claridad visual del agua, sino que también puede afectar su calidad al afectar la capacidad de los organismos acuáticos para obtener alimento y oxígeno, así como la eficacia de los procesos de tratamiento de agua potable y en la calidad estética del agua para usos recreativos.

### **2.1.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Los parámetros físicos en agua residual, como temperatura, color, turbidez y conductividad, son indicadores clave de la calidad del agua en general. La temperatura tiene un impacto tanto en la actividad biológica como en la eficacia de los procesos de tratamiento. El color señala la presencia de compuestos orgánicos, mientras que la turbidez indica partículas suspendidas, afectando la penetración de la luz y la vida acuática. La conductividad refleja el número de iones disueltos, influenciando la calidad general del agua. Estos parámetros físicos son cruciales para evaluar el impacto ambiental del agua residual y diseñar estrategias de tratamiento adecuadas (Cherres, 2020).

### **2.1.4. CALIDAD MICROBIOLÓGICA**

La calidad microbiológica en agua residual, como la presencia de los indicadores de calidad incluyen coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* (*E. coli*), microbiológica del agua. Estos microorganismos son específicos de los intestinos de humanos y animales, siendo su detección un marcador claro de contaminación fecal y una potencial presencia de patógenos. La monitorización de estos parámetros es esencial para evaluar la seguridad del agua en términos de consumo humano y para prevenir riesgos para la salud asociados con la contaminación bacteriana. La identificación y cuantificación de estos indicadores bacteriológicos guían las estrategias de tratamiento y gestión de agua residual, asegurando la protección de la salud pública y la preservación del medio ambiente acuático (Cherres, 2020).

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. POTENCIAL DE HIDRÓGENO**

El pH es una medida que indica la acidez y alcalinidad de una solución. Se expresa en una escala numérica que va de 0 a 14, donde 7 es neutral. Valores por debajo de 7 indican acidez, y valores por encima de 7 indican alcalinidad. El pH del agua es importante porque puede tener un impacto en la solubilidad de los minerales y nutrientes, así como la salud de los organismos acuáticos (Yáñez, 2018).

### **2.2.2. OXÍGENO DISUELTO**

El oxígeno disuelto en el agua es crucial para la vida acuática, ya que la mayoría de los organismos acuáticos dependen de él para respirar. Se mide en partes por millón (ppm) y su concentración en el agua puede variar según la temperatura, la presión y la presencia de organismos fotosintéticos (Enrique et al., 2021).

### **2.2.3. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES**

Los sólidos disueltos totales (SDT) son todas las sustancias sólidas que se encuentran en el agua en forma disuelta. Se expresa en miligramos por litro (mg/l) y puede incluir sales, minerales, iones y compuestos orgánicos disueltos en el agua (Fong et al., 2015).

### **2.2.4. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES**

Los sólidos suspendidos totales (SST) son partículas sólidas que están suspendidas en el agua, pero no disueltas. Se expresa también en miligramos por litro (mg/l) y puede incluir sedimentos, materia orgánica y otros materiales en suspensión (Quispe, 2021).

### **2.2.5. NITRATOS**

Los nitratos son sustancias químicas formadas por nitrógeno y oxígeno. Los nitratos en el agua pueden provenir de fertilizantes, desechos animales y otros contaminantes. Altas concentraciones de nitratos pueden ser perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente (Pérez et al., 2019).

### **2.2.6. FOSFATOS**

Los fosfatos son una mezcla de fósforo y oxígeno. Los fosfatos en el agua pueden provenir de fertilizantes, detergentes y desechos humanos y animales. Altas

concentraciones de fosfatos pueden causar problemas de eutrofización en cuerpos de agua, lo que puede resultar en la proliferación de algas y la reducción de oxígeno disponible para otros organismos acuáticos (Ávila et al., 2018).

### **2.2.7 Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La demanda química de oxígeno se da en la medición de la tasa de consumo de oxígeno de organismos unicelulares como las bacterias. Se utiliza para evaluar la contaminación, y su principal inconveniente es que se tardan unos 5 días en obtener resultados (Huamán & Palco, 2022).

### **2.2.8. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Para oxidar aeróbicamente la MO biodegradable en el agua, los microbios necesitan una cierta cantidad de oxígeno, o DBO. La medición más popular es la DBO<sub>5</sub>, que detecta únicamente la materia orgánica biodegradable, ya que la cinética de primer orden rige la rapidez con que se descompone la materia orgánica (Janampa & Quiroz, 2021).

### **2.2.9. COLIFORMES TOTALES**

Los coliformes totales son un grupo de bacterias que incluyen varios tipos de bacterias comunes en los intestinos del mamífero y que se encuentran en el medio ambiente. Su presencia en el agua puede indicar contaminación fecal y la posible presencia de otros patógenos. La concentración de coliformes se expresa en NMP por cada cien mililitros de agua (Fernández, 2017).

### **2.2.10. COLIFORMES FECALES**

Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales que se encuentran específicamente en las heces de los animales de sangre caliente y en humanos. Su presencia de contaminación fecal en el agua reciente puede indicar la presencia de agentes infecciosos que pueden causar enfermedades del agua. La concentración de coliformes fecales se expresa también en NMP por cada 100 mililitros de agua (Fernández, 2017).

## **2.2. MARCO NORMATIVO**

### **2.3. ECA D.S N° 004-2017-MINAM**

El propósito de esta normativa es reunir las disposiciones aprobadas en el D.S. número 002-2008-MINAM, 023-2009-MINAM y 015-2015-MINAM establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua. Las modificaciones y eliminaciones de valores, parámetros, categorías y subcategorías específicas de los ECA se incluyen en esta recopilación de leyes, que está regulada por el presente Decreto Supremo y su Anexo adjunto, previamente aprobados, manteniendo otros que fueron establecidos en los decretos mencionados anteriormente (MINAM, 2017).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La concentración en niveles altos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos afectan la calidad del agua en la microcuenca la Rinconada de Salcedo, Puno - 2024.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, Puno superan los ECAs Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
- La concentración de los parámetros microbiológicos del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, Puno superan los ECAs Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

## CAPÍTULO III

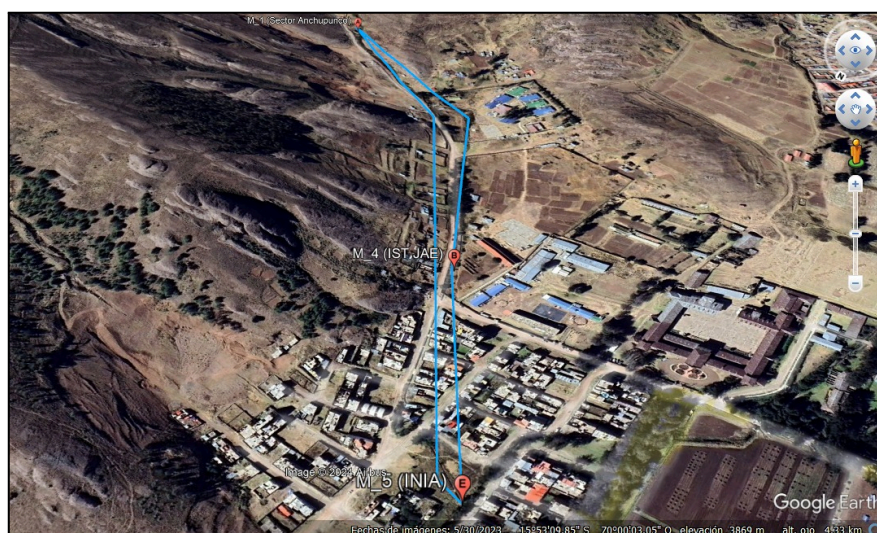
### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

Este proyecto de investigación se llevó a cabo en la microcuenca de la Rinconada, del centro poblado de Salcedo, ubicado en la Provincia de Puno, a una distancia de 5 km por carretera de la ciudad de Puno. En la microcuenca de la Rinconada de Salcedo se realizan algunas actividades agrícolas, ganaderas y producción de ladrillos

#### 3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente el centro poblado de Salcedo se encuentra comprendido por la coordenada Este 393088 m E y por la coordenada norte 8245314 m S, con una altitud de 3832 msnm.



**Figura 01:** Ubicación de los puntos de monitoreo, microcuenca la Rinconada de Salcedo

**Fuente.** Google Earth Pro, 2024

**Tabla 01:** Ubicación geopolítica del centro poblado de Salcedo

<b>Localización política</b>	
Departamento	Puno
Provincia	Puno
Distrito	Puno
Centro Poblado	Salcedo
Localidad	Urbanización APROVISA I TEPRO y aledaños

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1. POBLACIÓN**

Se refiere al conjunto completo de elementos o individuos que comparten una característica común y que son objeto de estudio. Esta característica común puede variar según el enfoque de la investigación. La población puede ser finita o infinita, dependiendo de si se puede enumerar completamente (Hernández et al., 2020).

La población de esta investigación estuvo conformada por un tramo aproximado de 2.5 km. partiendo del sector Ranchupunco pasando por en el límite la urbanización APROVISA I y el campo ferial (complejo deportivo Salcedo), posteriormente finalizando a la altura del SENATI.

#### **3.3.2. MUESTRA**

La muestra estará conformada en el tramo (población) 2.5 km del cuál se tomará 1 litro de agua por punto de muestreo para el análisis físico, químico y bacteriológico, sumando en total se tomarán tres muestras de tres (3) puntos equidistantes identificados como:

A = Parte alta: Sector Ranchupunco

M = Parte media: Urbanización APROVISA I

B = Parte baja: SENATI

### **3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

#### **3.4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es descriptiva y exploratoria, en la etapa inicial de la búsqueda para obtener una comprensión general de un fenómeno o problema. En este nivel, el objetivo principal es explorar el tema de estudio, identificar conceptos clave, y recopilar información de manera preliminar; asimismo, adquirir una visión general antes de formular preguntas de investigación específicas o desarrollar hipótesis (Ñaupas et al., 2014).

##### **3.4.1.1. Considerando el objetivo específico - 1**

Calcular la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, de acuerdo con los ECA D.S. N° 004-2017-MINAM, el procedimiento metodológico contempló la planificación y selección de puntos de muestreo representativos a lo largo de la microcuenca. Se recolectaron muestras de agua en envases limpios y adecuados, siguiendo protocolos de muestreo establecidos para garantizar la precisión y evitar contaminaciones. Posteriormente las muestras se transportaron al laboratorio en condiciones debidamente controladas; de manera que se analizaron los parámetros fisicoquímicos como pH, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto, y concentraciones de metales pesados, entre otros, utilizando métodos analíticos estandarizados. Finalmente, los resultados se compararon con los límites del ECA para evaluar la calidad del agua.

##### **3.4.1.2. Respecto al objetivo específico - 2**

Analizar los parámetros microbiológicos del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, de acuerdo con los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, el procedimiento metodológico fue la identificación y selección de puntos de muestreo representativos dentro de la microcuenca. Se recolectaron muestras de agua aplicando métodos estandarizados, posteriormente se almacenaron en recipientes adecuados, manteniéndose refrigeradas durante su transporte al laboratorio. En el laboratorio, se emplearon técnicas microbiológicas como la filtración por membrana, el método del

número más probable (NMP) y otros cultivos específicos para detectar y cuantificar bacterias coliformes y otros microorganismos indicadores. Finalmente se compararon con lo estipulado en el ECA para evaluar la calidad y el estado del agua y asegurar su cumplimiento con las normativas ambientales vigentes.

### **3.4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño no experimental constituye una estrategia metodológica destinada a explorar relaciones causales entre variables. En este enfoque, el investigador manipula deliberadamente una o más variables independientes, observando de cerca los efectos que estas manipulaciones generan en una variable dependiente específica. Es esencial la presencia de un grupo de control que no experimenta la manipulación, permitiendo así comparar los resultados y evaluar el impacto causal de la variable independiente. La asignación aleatoria de los participantes a los grupos ayuda a minimizar sesgos, y se implementa la cuidadosa medición de resultados para capturar de manera precisa cualquier cambio observado. La atención meticulosa a variables de confusión y la replicación del estudio por otros investigadores contribuyen a fortalecer la validez de los resultados y su aplicabilidad a través de diferentes contextos (Hernández et al., 2020).

### **3.4.3. MÉTODO**

En la investigación con enfoque cuantitativo, se emplearán el método inductivo y deductivo y herramientas matemáticas para analizar datos numéricos. Los datos cuantitativos pueden ser recopilados a través de experimentos controlados, observaciones estructuradas, análisis de laboratorio y otras metodologías que generan información que puede expresarse en términos de cantidades numéricas. Este método se caracteriza por su enfoque objetivo y la posibilidad de realizar inferencias estadísticas para generalizar resultados a una población más amplia (Ñaupas et al., 2014).

### **3.4.4. METODOLOGÍA DE DESARROLLO**

Para realizar la presente investigación se evaluó la calidad del agua de la microcuenca de la rinconada del Centro Poblado de Salcedo - Puno. Mediante la recolección de muestras en tres puntos estratégicos parte alta sector Ranchupunco, parte media urbanización

APROVISA I y parte baja SENATI, se analizaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y se evaluó la contaminación del agua por parte de los pobladores, el cual esta agua utilizan para el consumo de los animales y la agricultura.

### 3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

#### 3.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 02:** Operacionalización de variables de la investigación

Variables	Dimensiones	Indicadores
<u>Variable independiente:</u>  Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Características físicas	Temperatura
		Turbidez
		Conductividad eléctrica
		pH
	Características químicas	Oxígeno disuelto
		STD
		SST
		Fosfato
		Nitrato
		Coliformes totales
<u>Variable dependiente:</u>  Calidad del agua	Calidad microbiológica	Coliformes fecales
	Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECAs)	Cumple No cumple

#### 3.5.2. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS

**OE1:** La metodología para alcanzar este objetivo específico 01: Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, de acuerdo con los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Se detalla de la siguiente manera:

- Revisión de normativa: Se realizó una revisión detallada del D.S. N° 004-2017-MINAM para comprender los estándares de la calidad ambiental para agua; así poder medir el nivel de concentración en la microcuenca de la Rinconada de Salcedo.
- Selección de parámetros fisicoquímicos: Se identificó los parámetros fisicoquímicos especificados en el Decreto Supremo para su posterior análisis como el pH, la concentración de oxígeno disuelto, la temperatura del agua, la conductividad eléctrica, la turbidez, la concentración de nutrientes y la presencia de metales pesados.
- Diseño de la estrategia de muestreo: De acuerdo al protocolo de muestreo del agua.
- Se definió la frecuencia y ubicación de los puntos de muestreo en la microcuenca, considerando la variabilidad temporal y espacial de los parámetros.
- Toma de muestras: La toma de muestras se realizó siguiendo las normas de calidad y conservación de muestras establecidas.
- Codificación e identificación de muestras para el análisis de laboratorio: Se realizó el ensayo de los parámetros fisicoquímicos seleccionados es importante la codificación y la cadena de custodia.
- Interpretación de resultados: obtenidos con los valores ECA establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad de agua.
- Elaboración de informe: Se presentó los resultados obtenidos en un informe técnico que incluya los análisis realizados, conclusiones y recomendaciones.

**OE2:** Analizar los parámetros microbiológicos del agua de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo, de acuerdo con los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Se detalla de la siguiente manera los pasos a seguir:

- Se realizó una revisión detallada del D.S. N° 004-2017-MINAM y selección de parámetros microbiológicos.

- Diseño de la estrategia de muestreo: Se definió la frecuencia y ubicación de muestreo en la microcuenca, considerando la variabilidad temporal y espacial de los parámetros microbiológicos.
- Toma de muestras: Se recolectó las muestras representativas siguiendo las normas de calidad y conservación de muestras establecidas.
- Identificación de muestras para el análisis de laboratorio: Para determinar los parámetros microbiológicos seleccionados, se consideró el tiempo.
- Interpretación de resultados: Se comparó los resultados con valores establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM para evaluar el cumplimiento y la calidad del agua.

### **3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO**

Se aplicó la estadística descriptiva mediante la presentación de resultados en tablas gráficas estadísticas y medidas de tendencia central.

## CAPÍTULO IV

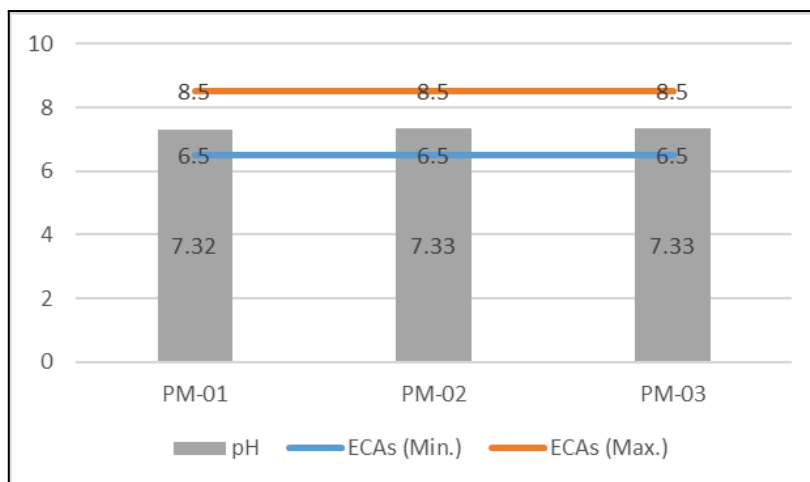
### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

##### 4.1.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LA MICROCUENCA RINCONADA DE SALCEDO, DE ACUERDO CON LOS ECA D.S. N° 004-2017-MINAM.

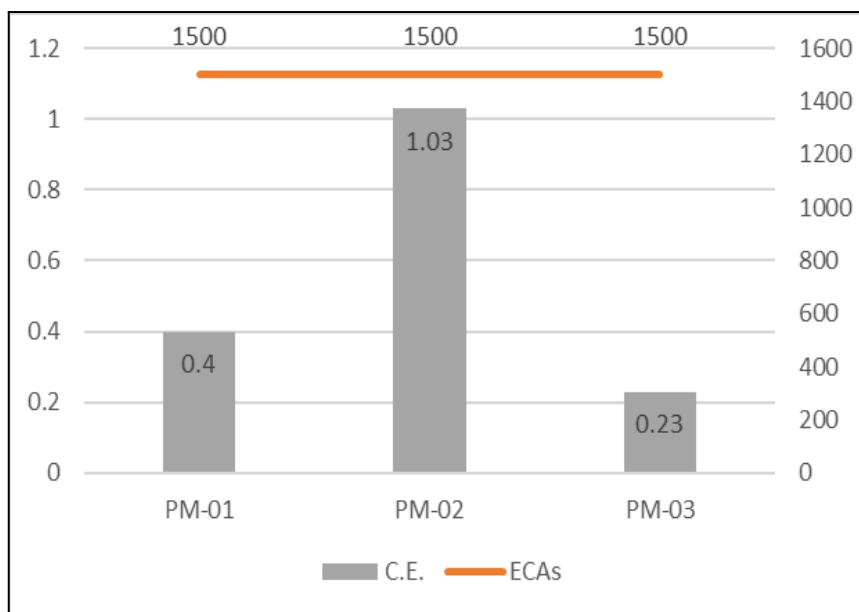
**Tabla 03:** Niveles de concentración de parámetros físicos comparados con los ECAs, categoría 1, Subcategoría A-I

Parámetros físicos	Unid. de medida	PM-01	PM-02	PM-03	ECAs para agua
Potencial Hidrógeno (pH)	Unid. pH	7.32	7.33	7.33	6,5 – 8,5
Conductividad Eléctrica	( $\mu$ S/cm)	0.40	1.03	0.23	1 500
Temperatura	°C	12.8	12.9	12.7	$\Delta$ 3
Turbidez	UNT	0.002	0.004	0.001	5
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.60	7.65	7.70	$\geq$ 6
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	0.20	0.52	0.12	1000



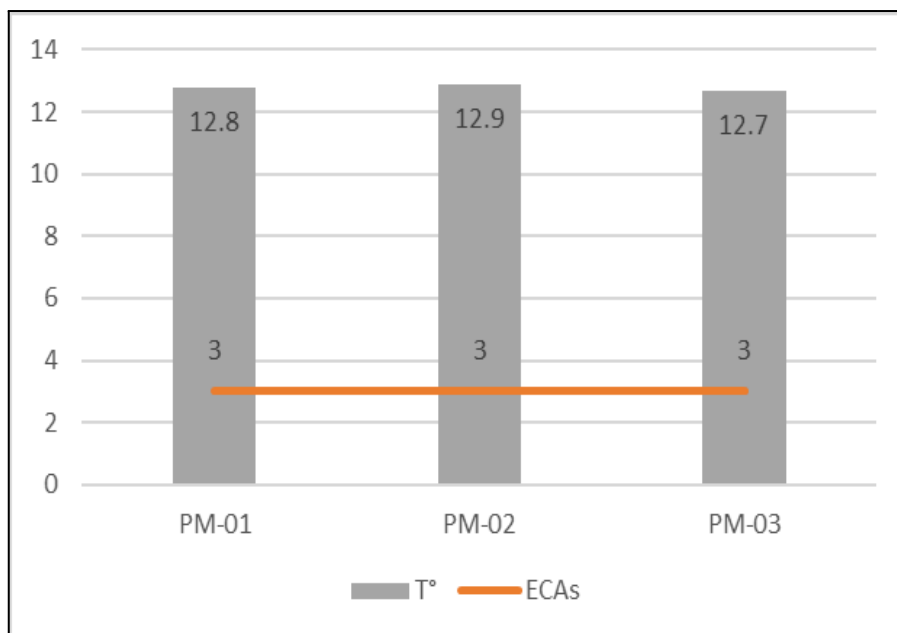
**Figura 02:** Resultado de pH de las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

En la tabla 3 y la figura 2 se observa la comparación del pH con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), donde las muestras de agua de los puntos de monitoreo PM-01, PM-02 y PM-03 han alcanzado valores de 7.32, 7.33 y 7.33 unidades de pH respectivamente, de lo cual significa que están ligeramente alcalinas; asimismo están dentro de la normativa nacional vigente. Por su parte, la alcalinidad del agua representa a los hidróxidos de carbonatos y bicarbonatos de los iones, así también el ácido húmico y el ácido fúlvico (Pérez, 2016; Sayaverde, 2022). Estos resultados coinciden con lo reportado por (Sucapuca, 2022); demostrando que no existe presencia de toxicidad para la fauna acuática, de igual manera en la parte alta de microcuenca no existe cultivos agrícolas en grandes cantidades, es decir los fertilizantes que se aplica es baja (Gamarra et al., 2018).



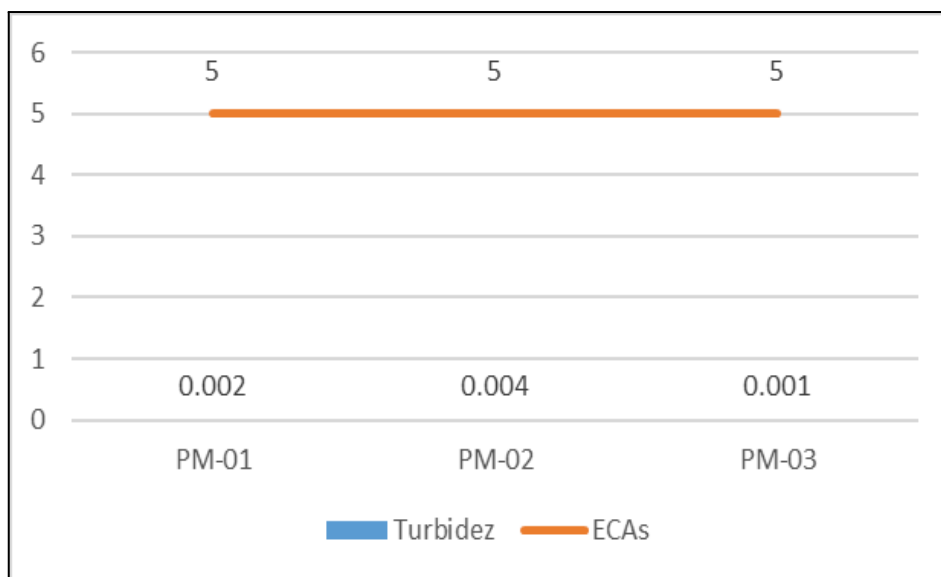
**Figura 03:** Resultados de la conductividad eléctrica de las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017

Según la tabla 3 y la figura 3, respecto a la conductividad eléctrica los resultados demuestran que en los puntos de monitoreo PM-01, PM-02 y PM-03 alcanzan valores de  $0.4 \mu\text{S/cm}$ ,  $1.03 \mu\text{S/cm}$  y  $0.23 \mu\text{S/cm}$ ; las cuales no sobrepasan los estándares nacionales, según Siguyayro & Franco, (2022) menciona en su estudio que si la conductividad eléctrica es baja en aguas superficiales, esto se debe a una baja concentración de iones disueltos y la mineralización. Por otro lado, la conductividad será alta si la temperatura es alta; asimismo, valores altos de conductividad del agua se deben a la concentración de sólidos totales disueltos (Gutiérrez, 2018; Ortega, 2023).



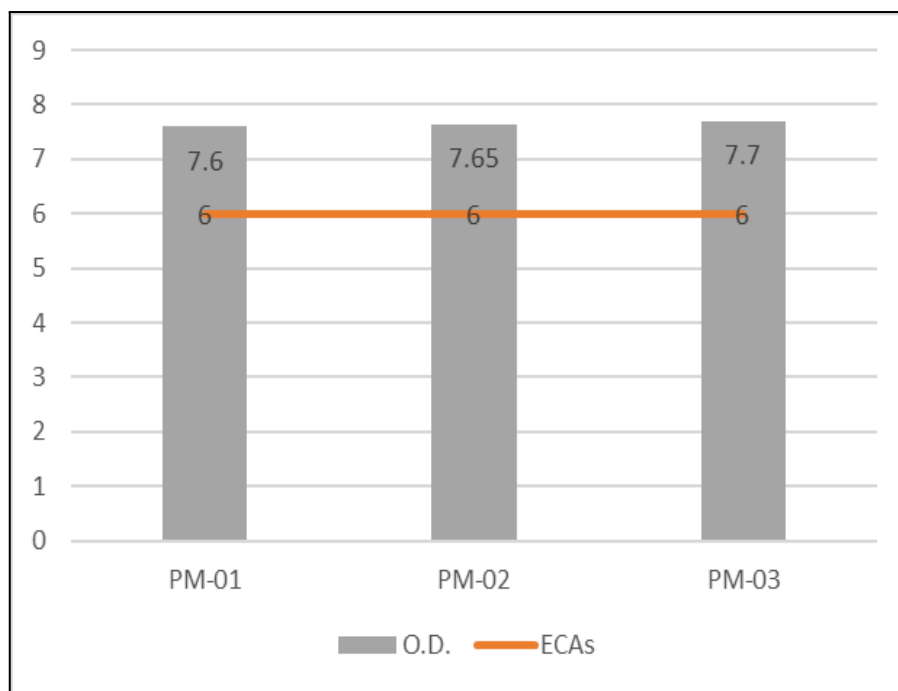
**Figura 04:** Resultados de la temperatura de las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

En la tabla 3 y la figura 4, la temperatura en los tres puntos de monitoreo presenta valores de 12.8°C, 12.9°C y 12.7°C, estos valores son similares a los resultados obtenidos por (Monteagudo, 2015) donde la temperatura es fundamental para la supervivencia de la fauna acuática; asimismo tiene una relación directa con otros parámetros como el oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno (Palomino, 2023). Por otro lado, la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la turbidez son indicadores importantes para evaluar la calidad del agua (García & García, 2023).



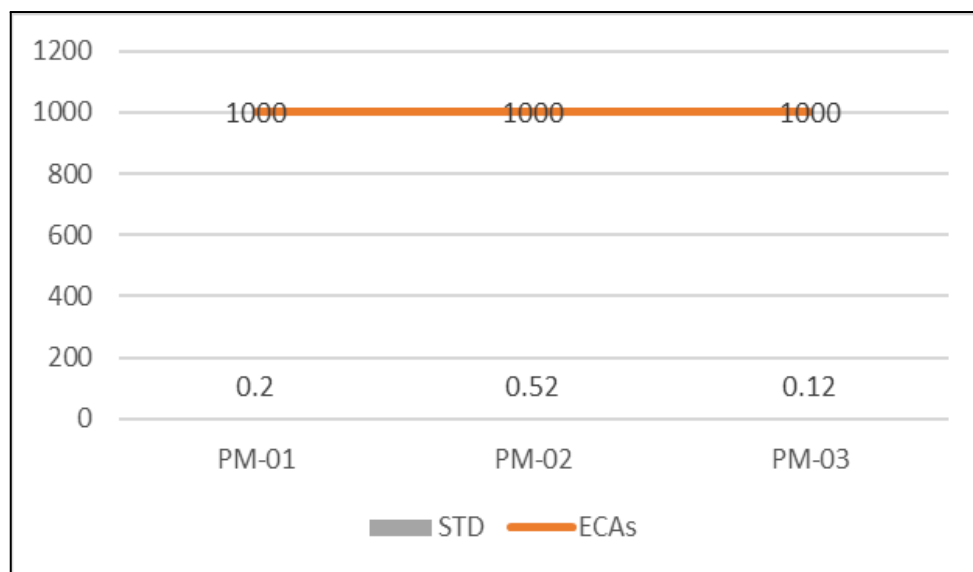
**Figura 05:** Resultado de la turbidez de las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

La turbidez en la tabla 3 y la figura 5, muestran valores de 0.002 UNT, 0.004 UNT y 0.001 UNT, estos resultados representan una concentración mínima de origen orgánico e inorgánico, de manera que en dicha microcuenca no existe contaminantes de carácter industrial o urbano, asimismo no existe procesos de erosión (Huarcaya & Toribio, 2021). Cabe mencionar que la turbidez es un parámetro fundamental para evaluar la calidad del agua, ya que si el agua presenta mayor turbiedad la calidad del agua será mala (Costa, 2021); en efecto los resultados obtenidos de los tres puntos de monitoreo representan una buena calidad del agua ya que se encuentran de los estándares nacionales.



**Figura 06:** Resultado para el oxígeno disuelto de las muestras de agua comparados con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

En la tabla 3 y la figura 6, los valores obtenidos de oxígeno disuelto en el PM-01, PM-02 y PM-03 alcanzan valores de 7.60 mg/L, 7.65mg/L y 7.70mg/L; la cual indican que están dentro de la normativa nacional (ECA). Según Monteagudo, (2015) menciona que el parámetro en mención es esencial para la fauna y flora acuática, la falta del oxígeno disuelto en los recursos hídricos significa una fuerte contaminación. De igual manera la temperatura tiene una relación inversa con el oxígeno, es decir si la temperatura aumenta en los recursos hídricos, la cantidad de oxígeno disuelto tiende a disminuir, en efecto la cantidad de sales incrementa en el agua (Fustamante, 2020; Sayaverde, 2022).

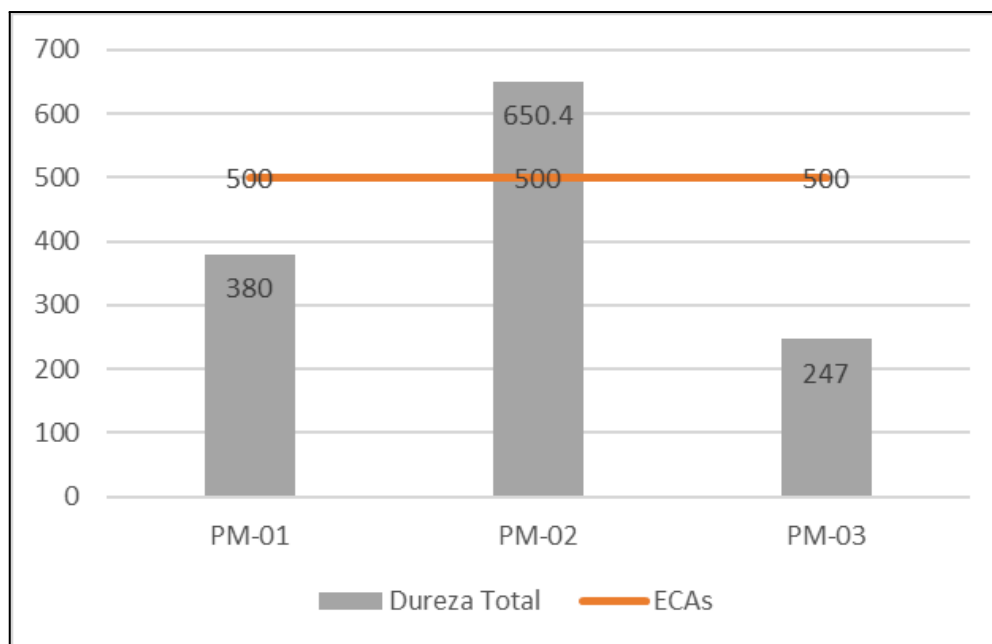


**Figura 07:** Resultados para los sólidos totales disueltos de las muestras de agua, comparados con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

En la tabla 3 y la figura 7, se evidencia los resultados obtenidos de sólidos totales disueltos en los tres puntos de monitoreo, de las cuales están dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA), debido a que estos valores alcanzan 0.2mg/L, 0.52mg/L y 0.12mg/L. Según la (Agencia de Protección Ambiental, 2024)) este parámetro está clasificado como un contaminante secundario dentro de los parámetros fisicoquímicos, dado que los sólidos totales disueltos en concentraciones elevadas el agua tiene apariencia turbia, asimismo tiende a disminuir el sabor causando irritaciones gastrointestinales al ser humano cuando las beben; lo que concuerda con la investigación realizada por Chavarría et al., (2024), donde menciona que los sólidos totales disueltos es un indicador clave para el análisis de la calidad del agua, ya que este parámetro nos indica la cantidad de sustancias disueltas como sales, minerales y materia orgánica; asimismo influye en el sabor del agua, la conductividad eléctrica (CE) y el desarrollo de la fauna acuática.

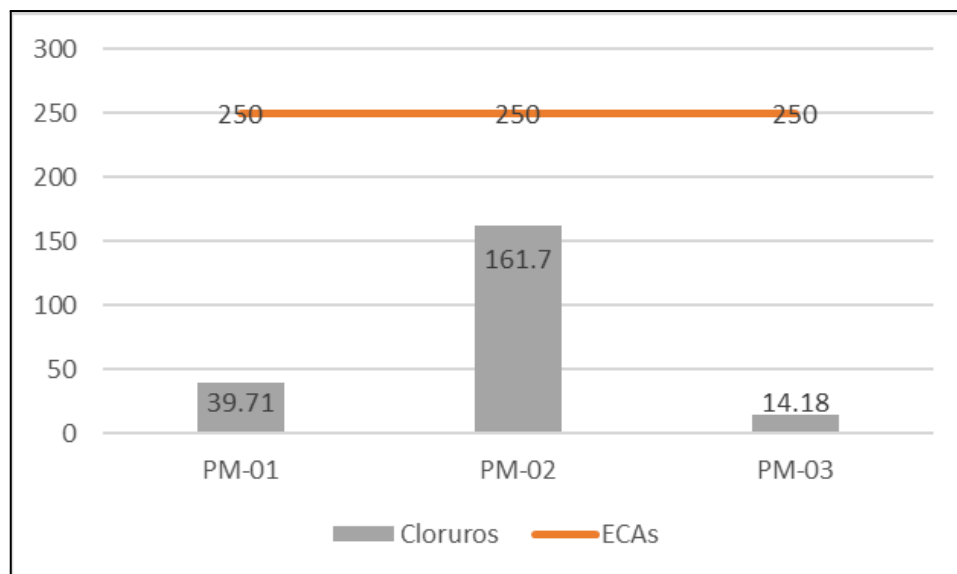
**Tabla 04:** Niveles de concentración de parámetros químicos comparados con los ECAs, Categoría 1, Subcategoría A-I

<b>Parámetros químicos</b>	<b>Unid. de medida</b>	<b>PM-01</b>	<b>PM-02</b>	<b>PM-03</b>	<b>ECAS para agua</b>
Dureza Total	mg/L	380.00	650.4	247.00	500
Alcalinidad	mg/L	161.098	185.12	115.70	No registra
Cloruros	mg/L	39.71	161.70	14.18	250
Sulfatos	mg/L	98	164	68	250
Nitratos	mg/L	0.01	0.01	0.01	50
Calcio	mg/L	89.68	147.44	57.76	No registra
Magnesio	mg/L	37.60	69.70	24.76	No registra
DQO	mg/L	260.20	340.60	180.22	10
DBO <sub>5</sub>	mg/L	104.08	136.24	72.09	3
Fosfatos	mg/L	0.002	0.003	0.001	No registra



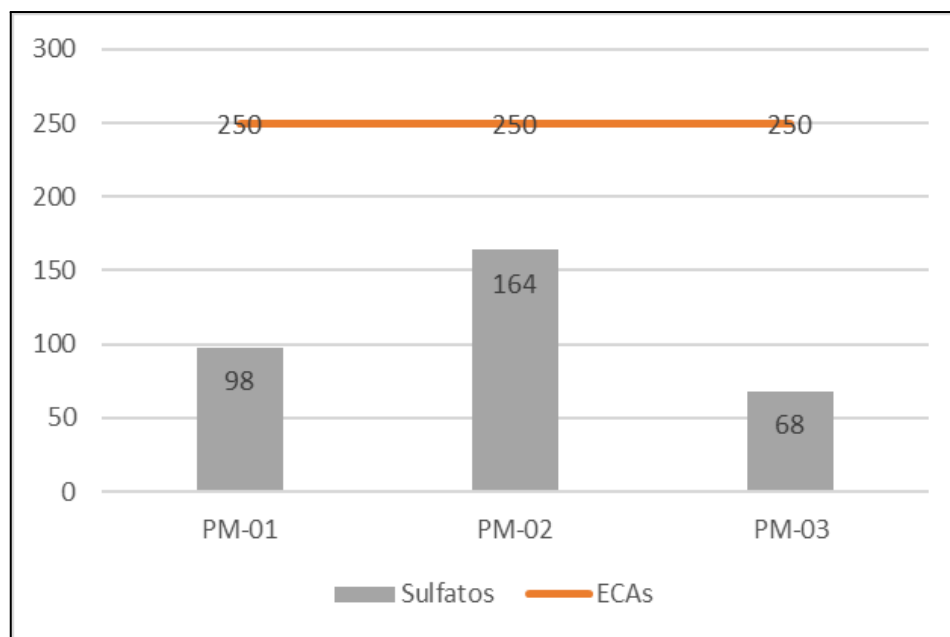
**Figura 08:** Resultado de la dureza total en las muestras de agua, comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

La dureza total en la tabla 4 y en la figura 8, los resultados evidencian que en los puntos de monitoreo PM-01 y PM-03 alcanzan valores de 380 mg/L y 247 mg/L, es decir están dentro de lo establecido por la normativa peruana; excepto el punto de monitoreo (PM-02) el valor que muestra es de 650.4mg/L, lo cual se encuentra por encima de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). En el estudio realizado por Torres & Coronación (2021), quien menciona que la dureza total es directamente proporcional con la concentración de sales como magnesio y calcio, es decir estas sales son las causantes de la dureza del agua. Según la Organización Mundial de la Salud, 2024 el agua superficial contiene concentraciones de minerales desde niveles bajos hasta niveles altos, estos minerales son procedentes de sedimentos y rocas por ende las aguas presentan características duras teniendo como predominante cationes de calcio y magnesio. Por otro lado, las aguas duras contienen cantidades considerables de jabón, en su efecto provocan incrustaciones en las tuberías de agua caliente; asimismo es causado por iones metálicos divalentes las cuales reaccionan con el jabón formando precipitaciones en el agua para formar incrustaciones (Villareal, 2016).



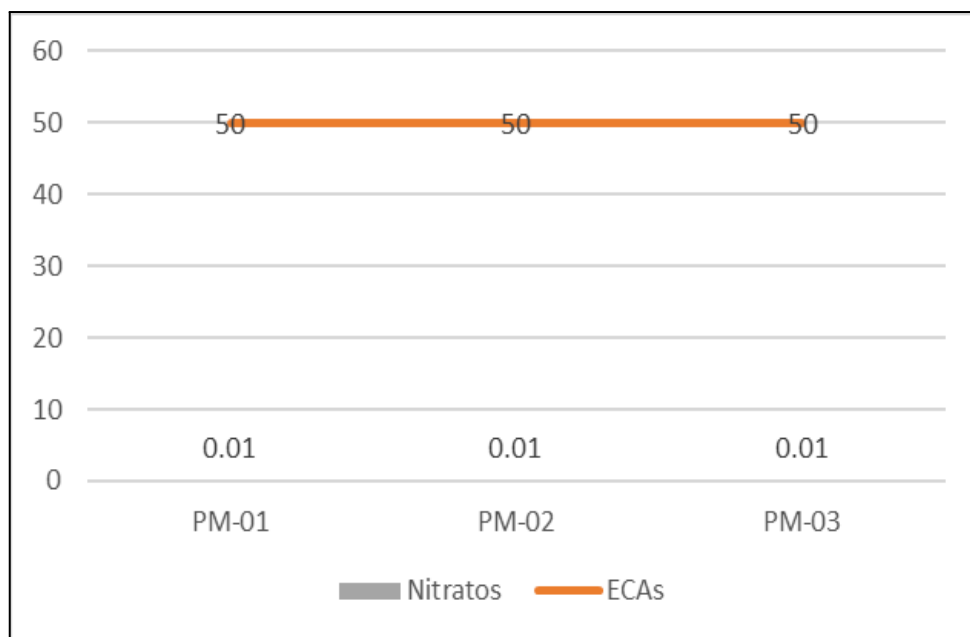
**Figura 09:** Resultado para cloruros en las muestras de agua, comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

En la tabla 4 y la figura 9, la comparación de los resultados de las muestras de agua extraídos de los tres puntos de monitoreo para el parámetro de cloruros, se encuentran dentro de lo estipulado en los estándares nacionales, los valores alcanzados en estos puntos son de 39.71mg/L, 161 mg/L y 14.18mg/L respectivamente. La presencia de cloruros en la microcuenca de Salcedo se debe por la composición de los suelos y la presencia de lluvias que provoca la erosión (Sucapuca, 2022), asimismo según (Reglamento Técnico-Sanitario Española, 2022) el valor orientado a la calidad del agua es de 250mg/L y como valor máximo es de 350 mg/L de Cl, estos valores son similares a los estándares de calidad ambiental. De igual manera el sabor salobre del agua es responsable de la presencia de contaminación por aguas residuales, un alto contenido de Cl daña estructuras metálicas e interrumpe el crecimiento de plantas (Torres & Coronación, 2021).



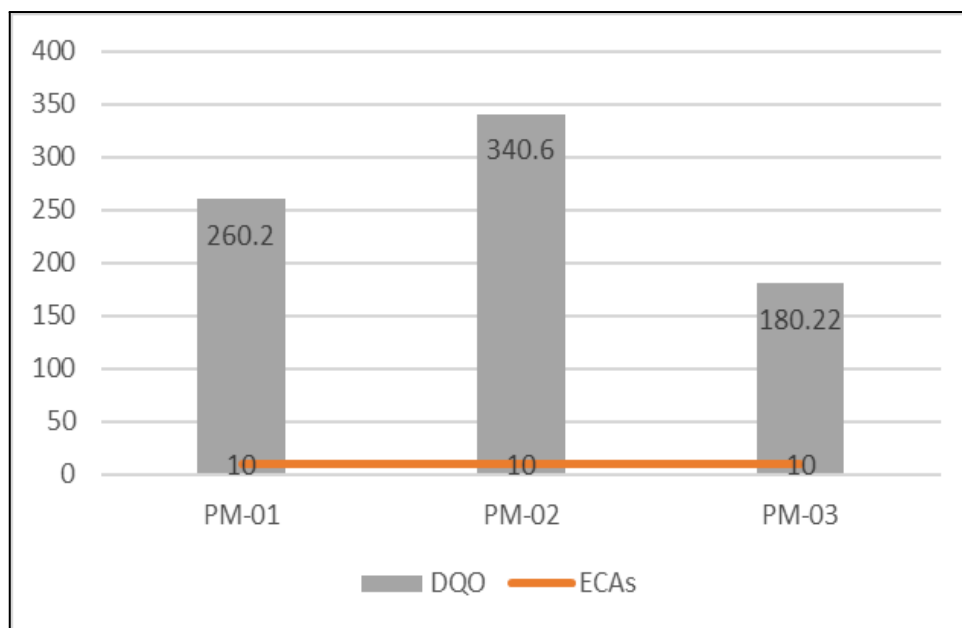
**Figura 10:** Resultado de los sulfatos en las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

La concentración de sulfatos en la tabla 4 y la figura 10, los resultados comprenden valores de 98 mg/L, 164 mg/L y 68 mg/L en los tres puntos de monitoreo, las cuales no sobrepasan los estándares nacionales que es de 250mg/L. La presencia de sulfatos en los recursos hídricos se debe a la meteorización de rocas sedimentarias y también por la contaminación de fertilizantes y actividades mineras (Tejada, 2017); de manera similar según Bolaños et al., (2017) menciona que los sulfatos son abundantes en la naturaleza y varía su presencia en los cuerpos de agua, generalmente el centro poblado de Salcedo la geología que nos muestra son lechos rocosos, asimismo la precipitación varía de acuerdo a la época del año, la cual causa la erosión del suelo (Bolaños et al., 2017).



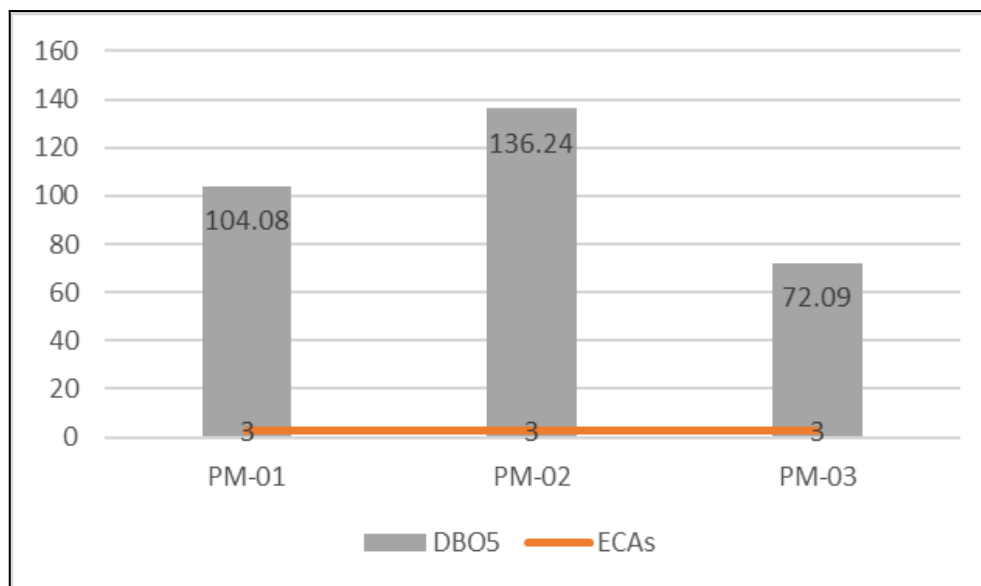
**Figura 11:** Resultados para nitratos en las muestras de agua, comparados con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

En la tabla 4 y la figura 11, nos presenta la comparación de los nitratos con los estándares nacionales, donde los valores obtenidos alcanzan el 0.01mg/L en los tres puntos de monitoreo, lo cual no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). El nitrógeno es el principal contaminante a causa de los fertilizantes, estas se acumulan en formas de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) en los sistemas acuáticos ya que en el suelo la probabilidad de retención es baja, de manera que lixivian por efecto de la erosión o infiltración hacia lugares más bajos contaminando las aguas subterráneas y aguas superficiales (Tejada, 2017); Ayala, 2010). Los datos obtenidos de los tres puntos de monitoreo del río Salcedo son similares a los valores obtenidos por (Dávila & Zúñiga, 2018) que en su investigación muestran 1.72mg/L a 2.92mg/L de nitrato, estos datos fluctúan en los meses de enero a septiembre; el aumento y la disminución de la concentración de nitratos se debe a la disminución del caudal, vertimiento de aguas residuales, desechos domésticos, productos de limpieza y la descarga de detergente por la actividad de lavado de prendas de vestir (Dávila & Zúñiga, 2018).



**Figura 12:** Resultados de la demanda química de oxígeno en las muestras de agua comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

Los resultados nos muestran que la Demanda Química de Oxígeno alcanza valores que sobrepasan los estándares nacionales, en la tabla 3 y figura 12 los PM-01, PM-02 y PM-03 tienen cantidades de 260.2mg/L, 340.6mg/L y 180.22mg/L. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establece un límite de 10 mg/L; la Demanda Química de Oxígeno es un indicador de la calidad del agua superficial, según (Gutiérrez, 2018) manifiesta que los principales ríos de la región de Puno contienen una DQO alta, esto se debe a contaminantes orgánicos, aguas residuales, cultivos agrícolas, descomposición de materia orgánica y temperatura. En el estudio realizado por (Callasaca et al., 2022) obtuvo datos similares como 892.22mg/L, 1075.3mg/L, 1115.37mg/L, 1028.7mg/L, 1101.0mg/L, 274.63mg/L, 382.47mg/L, 353.6mg/L, 424.17mg/L y 326.00mg/L de DQO, estos valores fueron obtenidos de la cuenca Coata en tiempos de estiaje y avena; donde indica que la calidad del agua está influenciada por la contaminación de aguas residuales, concentración de materia orgánica y las actividades humanas, esto implica que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos están por encima de la normativa peruana, así como DQO y DBO<sub>5</sub> sobrepasan en todo los puntos de monitoreo (Callasaca et al., 2022).



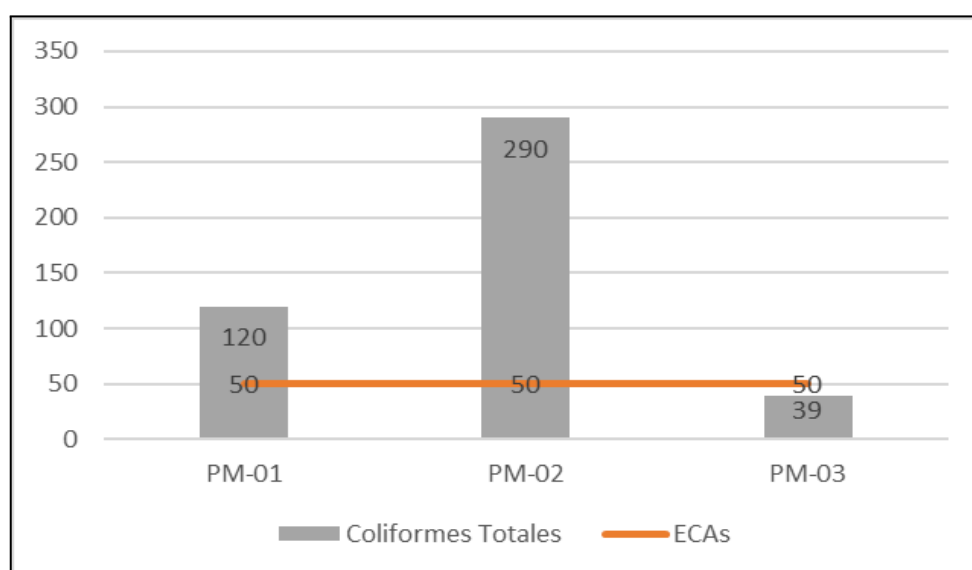
**Figura 13:** Resultados para la demanda bioquímica de oxígeno de las muestras de agua, comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

En la tabla 4 y la figura 13, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) alcanzan valores de 104.08mg/L, 136.24mg/L y 72.09mg/L en los tres puntos de monitoreo, comparados con los Estándares de Calidad Ambiental sobrepasan el límite establecido de 3 mg/L. Al igual que la Demanda Química de Oxígeno (DQO) estos valores representan un alto grado de contaminación, según (Díaz, 2018) menciona la alteración de la calidad del agua en los ríos proviene del vertimiento de aguas residuales, aguas domésticas y actividades que se realizan en el río. Por otra parte, el vertimiento de aguas residuales en los ríos altera otros parámetros como el oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, turbidez entre otros (Montañez & Peralta, 2024; Vargas, 2020). Para la microcuenca de Salcedo la DBO5 representa una contaminación severa como se observa en la figura 13 (Encarnación & Valle, 2024), asimismo, se puede observar concentraciones altas de DBO5 en los tres puntos de monitoreo que nos indican que la microcuenca del centro poblado de Salcedo está contaminado por aguas residuales y actividades humanas (Martínez, 2016).

#### 4.1.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LA MICROCUENCA DE LA RINCONADA DE SALCEDO, DE ACUERDO CON LOS ECA CATEGORÍA 4 D.S. N° 004-2017-MINAM

**Tabla 05:** Niveles de concentración de parámetros microbiológicos comparados con los ECAs, Categoría 1, Subcategoría A-I

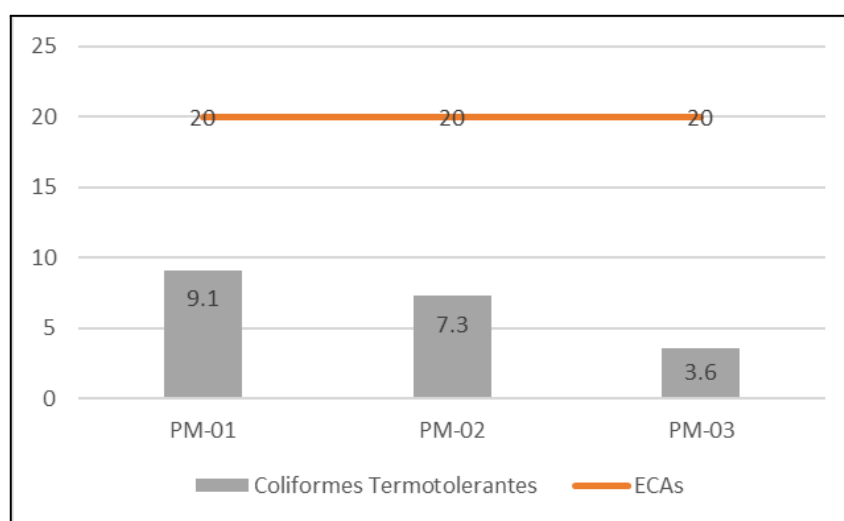
Parámetros microbiológicos	Unid. de medida	PM-01	PM-02	PM-03	ECAS para agua
Coliformes totales	NMP/100ml	120.00	290.00	39.00	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	9.10	7.30	3.60	20



**Figura 14:** Resultados para los coliformes totales en las muestras de agua, comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

En la tabla 4 y la figura 14, se muestran todos los puntos de monitoreo comparados con los Estándares de Calidad Ambiental, donde los coliformes totales para el PM-01 y el PM-02 se encuentran por encima de la normativa nacional D.S. N° 004-2017-MINAM ya que representan valores de 120 NMP/100 y 290 NMP/100; y el PM-03 muestra un valor de 39 NMP/100 el cual está dentro de los estándares nacionales, es decir cumple con el límite establecido. Estos datos coinciden con la investigación realizada por Guevara,

(2021) donde sus resultados muestran valores de 3500 NMP/100, 1670 NMP/100, 4100 NMP/100 y 2850 NMP/100 observándose un alto nivel de concentración microbiana. Azaña, (2023) manifiesta en su investigación que valores altos de coliformes totales y coliformes termotolerantes se debe a la descarga continua de aguas residuales, la cual genera un impacto negativo a las aguas superficiales, dado que la concentración microbiana en estos cuerpos de aguas sobrepasa los estándares nacionales. Los coliformes totales, coliformes fecales, enterococos fecales, *Clostridium* sulfito reductor, *Aeromonas*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*, *Shigella*, entre otras son microorganismos indicadores de contaminación fecal, dado que el centro poblado de Salcedo tiene características de tipo rural, al no poseer un plan integral de gestión de residuos sólidos y un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas contribuyen a la contaminación de la microcuenca de la Rinconada (Barahona et al., 2018).



**Figura 15:** Resultados para coliformes termotolerantes en las muestras de agua, comparado con el ECA D.S. N° 004-2017-MINAM

Respecto a la concentración de coliformes termotolerantes en la microcuenca de la Rinconada en la tabla 4 y la figura 15, los resultados nos muestran valores de 9.1 NMP/100, 7.3 NMP/100 y 3.6 NMP/100 en los tres puntos de monitoreo, estos resultados comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) nos indica que están por debajo del límite establecido. La presencia de coliformes termotolerantes y *Escherichia*

*Coli* en aguas superficiales nos indica la presencia de material fecal humano, animales y enterococos (Gianoli et al., 2017); las aguas superficiales de la región de Puno proveen casi en su mayoría agua para consumo humano, por ende la población está ubicada en cada cuenca; sin embargo en su mayoría están contaminados (Defensa del Pueblo, 2022), debido a la actividad del hombre y la inadecuada gestión de los residuos sólidos y la ineficiencia del sistema de aguas residuales existe contaminación bacteriológica (Contreras et al., 2023).

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** El análisis de la calidad del agua de la microcuenca Rinconada, ubicada en el centro poblado de Salcedo, Puno, realizado en el año 2024, revela que las concentraciones de parámetros físicos, químicos y microbiológicos no cumplen con los límites establecidos por la legislación ambiental nacional. Por tanto, el agua de esta microcuenca no cumple con los estándares de calidad establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, lo que demuestra un nivel significativo de contaminación y representa un riesgo potencial para la salud humana y el ecosistema acuático.

**SEGUNDA.** Las concentraciones de parámetros fisicoquímicos de la microcuenca de la Rinconada de Salcedo fueron: pH (7.32), (7.33), (7.33); Conductividad Eléctrica (0.40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), (1.03  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), (0.23  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); Temperatura (12.8 °C), (12.9 °C), (12.7 °C); Turbidez (0.002 UNT), (0.004 UNT), (0.001 UNT); Oxígeno Disuelto (7.60 mg/L), (7.65 mg/L), (7.70 mg/L); Sólidos Totales Disueltos (0.20 mg/L), (0.52 mg/L), (0.12 mg/L); Dureza Total (380.00 mg/L), (247.00); Cloruros (39.71 mg/L), (161.4 mg/L), (14.18 mg/L); Sulfatos (98 mg/L), (164 mg/L), (68 mg/L) y Nitratos (0.01) en los tres puntos de monitoreo, no sobrepasan los ECA; Excepto los parámetros Dureza Total en el PM-02 alcanzando valores de (650.4 mg/L); Demanda Química de Oxígeno (260.20 mg/L), (340.60 mg/L), (180.22 mg/L); Demanda Bioquímica de Oxígeno (104.08 mg/L), (136.60 mg/L), (72.09 mg/L) sobrepasando los Estándares de Calidad Ambiental Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

**TERCERA.** La concentración de los parámetros microbiológicos: Coliformes Totales no cumplen con los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM encontrando concentraciones elevadas como (120.00 NMP), (290.00 NMP) y (39.00 NMP) en los tres

puntos monitoreados PM-01, PM-02, PM-03 respectivamente; respecto a los Coliformes Termotolerantes con (9.10 NMP), (7.30 NMP) y (3.60 NMP) en los tres puntos de monitoreo están dentro de los (ECAs) según la normativa nacional; sin embargo, se evidencia que las aguas de la microcuenca de la rinconada Salcedo se encuentran contaminadas, afectando su calidad constituyendo una fuente de contaminación para las aguas de la bahía del lago Titicaca.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Se recomienda a los futuros investigadores monitorear la calidad del agua en diferentes épocas del año, durante estiaje y avenida. Esto permitirá una caracterización más completa y representativa de las variaciones estacionales de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, sabiendo que las aguas de la microcuenca desembocan en la bahía del lago Titicaca, un ecosistema de gran importancia ambiental y social.

**SEGUNDA:** Realizar investigaciones relacionadas a la determinación de parámetros no convencionales como los pesticidas, microplásticos, parásitos y detergentes en base a la característica fisicoquímicas y microbiológicas, debido a que en la microcuenca de la Rinconada influye la actividad humana y el inadecuado manejo de los residuos sólidos.

**TERCERA:** Es recomendable realizar monitoreos permanentes para una buena gestión de los recursos hídricos, generando información actualizada, para, mantener una calidad sostenible del agua evitando la contaminación de los ecosistemas acuáticos de la zona.

**CUARTA:** Se recomienda realizar el análisis de metales pesados como el Arsénico (As), Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Mercurio (Mg) entre otros, dado que el centro poblado de Salcedo alberga una población considerable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. A. (2022). *Regeneración de doctorado en tecnología y modelización en ingeniería civil, minera y ambiental* [Universidad Politécnica de Cartagena].  
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/11393/agv.pdf?sequence=1>
- Alvarado, H. R. (2020). *Coliformes totales y fecales en lactuca sativa var.iceberg (lechuga carola) que se expende en los mercados del distrito de Parcona - Ica, Perú*. [Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"].  
<https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/3583>
- Andrade, R. (2020). Evaluación de la eficiencia en la planta de tratamiento de aguas residuales distrito de Macusani, región Puno - 2020 [Universidad Privada San Carlos]. En *Repositorio de la Universidad Privada San Carlos*.  
[http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC S.A.C./241/Reyna\\_ANDRADE\\_YUCRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC S.A.C./241/Reyna_ANDRADE_YUCRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ávila, H., Tudares, C., Sánquiz, M., Araujo, M., Morales, N., Rojas, J., & Pirela, D. (2007). Nitrógeno y fósforo en aguas superficiales de la parte baja del río Catatumbo. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 30(Especial).  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0254-07702008000400016&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702008000400016&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Andrade, R. (2021). *Evaluación de la eficiencia*.  
[http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC%20S.A.C./241/Reyna\\_ANDRADE\\_YUCRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC%20S.A.C./241/Reyna_ANDRADE_YUCRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arroyo, C. C., & Monge, D. (2021). *Evaluación de parámetros de operación de un equipo de electrocoagulación para la reducción de la dureza total a partir de agua residual proveniente de osmosis inversa* [Universidad Privada del Norte].  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27731/Arroyo%20Blanco%20Carlos%20Cesar-Monge%20Poma%20Danilo.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Astocaza, L. L. H. (2022). *De materia orgánica de la microcuenca del río Ichu, Perú*.

- Beltrán, B. D., & Rodríguez, Y. M. (2020). Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales del casco urbano del municipio de Gachetá sobre el río Guavio [Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. En *Repositorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*.  
<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/38779/3/ymrodriguez.pdf>
- Bolaños, J. C. (2021). *Evaluación de la reducción de la demanda biológica de oxígeno (DBO) en el equipo de tratamiento de aguas residuales del Laboratorio de Operaciones Unitarias de Ingeniería Química* [Universidad del Valle de Guatemala].  
<https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/4144/Trabajo de Graduación Corrección y Estilo 2%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Borja, E. A., & Gonzalez, S. (2022). Análisis del impacto ambiental generado por la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Municipio de Leticia, Amazonas [Universidad Militar Nueva Granada]. En *repositorio de la Universidad Militar Nueva Granada*.  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/40621/BorjaGuascaEdgarAntonio2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cedrón, O. Z., & Cribilleros, A. C. (2017). Diagnóstico del sistema de aguas residuales en salaverry y propuesta de solución [Universidad Privada Antenor Orrego]. En *Universidad Privada Antenor Orrego*.  
<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3561>
- Cherres, A. P. (2020). *Determinación de la calidad físico-química y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes – 2019* [Universidad Nacional de Tumbes].  
<http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/UNITUMBES/1042/QUILICHECABANILLAS%2CIRMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Correa, J. franco. (2016). *Caracterización de las aguas residuales de la localidad de Jesús y propuesta de tratamiento* [Universidad Nacional de Cajamarca].

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5077>

Cárdenas, P. (2021). *Evaluación del agua en la microcuenca hidrográfica del río Tutanagoza mediante análisis fisicoquímicos, microbiológicos y la aplicación del IC-NSF.*

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19608/1/UPS-CT008912.pdf>

De la Cruz, G. S. (2022). *Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de consumo de la comunidad de Mollehuaca- Distrito Huanuahuanu Provincia de Caravelí- Arequipa, Febrero - Abril 2022* [Universidad María Auxiliadora].  
[https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1112/TESIS DE LA CRUZ-DELGADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1112/TESIS_DE_LA_CRUZ-DELGADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Florez, L. V., & Carrillo, J. A. (2022). Alternativa de tratamiento complementario de aguas residuales en la PTAR del Municipio de Manta, Cundinamarca mediante un humedal artificial. [Universidad Católica de Colombia]. En *Repositorio de la Universidad Católica de Colombia* (Número 8.5.2017). [www.aging-us.com](http://www.aging-us.com)

Frías, T. D. M., & Montilla, L. (2016). Evaluación De Los Parámetros Físicos, Químicos Y Microbiológicos En El Sector Puerto De Productores Río Itaya, Loreto – Perú 2014 -2015. [Universidad Científica del Perú]. En *UCP* (Vol. 44).  
<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/114/FRÍAS-MONTILLA-Evaluación-1-Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Garay, U., & Quiliche, S. (2021). *Efecto de la descarga de las aguas residuales domésticas de la ciudad de los baños del inca sobre el agua del río Chonta, 2021* [Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo].  
<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/2185/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Garaycochea, A. (2020). Remoción de la demanda química de oxígeno del agua residual del procesamiento del café mediante bioadsorbentes derivados de residuos agrícolas [Universidad Científica del Sur]. En *Repositorio de la Universidad Científica del Sur*.

<https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/965/TB-Baque A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González, N. Y. (2010). Efecto de la temperatura del agua en el crecimiento y rendimiento, en cuatro variedades de arroz (*oryza sativa* L.) [Repositorio de la Universidad de Chile]. En *Repositorio de la Universidad de Chile*. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112397/Memoria de Título Nerssy González Gómez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gallegos, O. (2011). *Contaminación del río Babahoyo como consecuencia de la no aplicación de una ley de aguas efectiva que sancione a quien provoque daño ambiental*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/443>

Guevara, A., Obando, W., & Segura, F. (2019). *La gestión de la calidad del agua en el Perú sextas jornadas de derecho de aguas* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/166034/La%20gestion%20de%20la%20calidad%20de%20aguas%20WEB.pdf?sequence=1>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2020). Guía de elaboración de un proyecto de investigación. Quinta edición. En *Revista de enfermería (Barcelona, Spain)* (McGraw-Hil). <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

Hilarión, G. N. (2020). *Susceptibilidad antimicrobiana de Cepas Escherichia Coli O157:H7 y Escherichia Coli Enteropatógena aislada en niños menores de cinco años con diarrea* [Universidad Peruana Cayetano Heredia]. [http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/8208/Susceptibilidad\\_HilariónNaupari\\_Gianina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/8208/Susceptibilidad_HilariónNaupari_Gianina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Huaquisto, S., & Chambilla, I. G. (2019). Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de salcedo, Puno. *Investigación & desarrollo*, 1-12.

Manrique, H. L. (2023). Evaluación de la calidad del agua del río Torococha y la percepción de los pobladores sobre los efectos en la salud en el Distrito de Juliaca-2023. [Universidad Privada San Carlos]. Universidad Privada San

- Carlos-Puno. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4523>
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). Metodología de la investigación Cuantitativa y Cualitativa y Redacción de Tesis. En *Ediciones de la U* (Ediciones). <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>
- Pabon, A. M., & Trujillo, J. V. (2020). Impacto ambiental del vertimiento de aguas residuales en el sector “El Brillante”, municipio de Villavicencio, Meta [Universidad de Santo Tomás]. En *Repositorio de la Universidad de Santo Tomás*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/24045%0Ahttps://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/24045/2020adrianpabon?sequence=19&isAllowed=y>
- Paiva, D. S. (2023). *Evaluación de los impactos ambientales de la Planta de Tratamiento de aguas residuales Catacaos-Piura, 2021* [Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a9a25419-2006-44ac-9b7c-0406a12df511/content>
- Poma, G., Cordova, J., & Sanchez, O. G. (2016). Evaluación del análisis químico del agua, por método colorimétrico en el centro de investigación y producción Santo Tomas - Utea Abancay. [Universidad tecnológica de los andes]. En *Repositorio de la Universidad Tecnológica de los Andes*. [https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/238/1/Efecto de tres abonos orgánicos en el cultivo de gladiolo.pdf](https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/238/1/Efecto%20de%20tres%20abonos%20org%C3%A1nicos%20en%20el%20cultivo%20de%20gladiolo.pdf)
- Paucar, F., & Iturregui, P. (2020). Los desafíos de la reutilización de las aguas residuales en el Perú. *South Sustainability*, 1-11. <https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-004>
- Ramírez, F. E. (2020). Determinación de la calidad del agua potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019. [Facultad de ingenierías]. En *Repositorio de la Universidad Privada San Carlos*. [www.gonitro.com](http://www.gonitro.com)
- Rengifo, L. I., & Ordóñez, E. (2010). *Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH en carne de res, cerde, pollo, ovino, conejo y pescado paco*. 7(2), 9.
- Rodríguez, H. (2017). Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. *lagua*, 1–4.

<https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-con-taminantes>

Rumié de la Hoz, D., Mcnish, F., & Cano, J. (2011). Diseño e implementación de estrategias de mejoramiento del sistema automatizado de estabilización del pH de agua residual industrial, en un tanque de neutralización de la planta PDA en Valledupar [Universidad Tecnológica de Bolívar]. En *Repositorio de la Universidad Tecnológica de Bolívar*.  
<https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1383/0062308.pdf?sequence=1>

Salazar, J. E. (2020). Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el periodo 2015 - 2019 [Universidad Continental]. En *Tesis*.  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7893/3/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Salazar\\_Huanuco\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7893/3/IV_FIN_107_TE_Salazar_Huanuco_2020.pdf)

Sánchez, J. P., & Valencia, G. P. (2017). Reducción de la turbidez en el agua de regadío del distrito de Carabayllo mediante el coagulante natural a base de la semilla de durazno (*prunus persica*) en el año 2021 [Universidad Privada del Norte]. En *UNP*.  
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30688/Sanchez Meza%2C Jhon Peter - Valencia Rosales%2C Grecia Pamela.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30688/Sanchez%20Meza%20Jhon%20Peter%20Valencia%20Rosales%20Grecia%20Pamela.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Sánchez, L. G. (2019). Impacto ambiental de los sistemas de aguas residuales de viviendas en el AA.HH. CNEL Vitor Manuel Maldonado Begazo, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo - Ucayali. [Universidad Nacional de Ucayali]. En *Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali* (Vol. 1, Número 1).  
<http://www.ghbook.ir/index.php?name=فرهنگ و رسانه های>  
[http://www.ghbook.ir/index.php?option=com\\_dbook&task=readonline&book\\_id=13650&page=73&chckhashk=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component%0Ahttp://www.albayan.ae%0Ahttps://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&q=APLIKASI+PENGENA](http://www.ghbook.ir/index.php?option=com_dbook&task=readonline&book_id=13650&page=73&chckhashk=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component%0Ahttp://www.albayan.ae%0Ahttps://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&q=APLIKASI+PENGENA)

Salazar, J. E. (2020). *Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019* [Universidad Continental].



<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/95783/TMMVV1de1.pdf>

## ANEXOS

**Anexo 01:** Matriz de consistencia

CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA MICROCUENCA DE LA RINCONADA DE SALCEDO, PUNO - 2024						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLÓGICA
<p>Problema general: ¿Cuál es la calidad del agua y la concentración de los parámetros físico, químicos y microbiológicos de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, Puno - 2024?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cómo es la concentración de los parámetros físicoquímicos del agua de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, Puno de acuerdo a los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM?</p> <p>¿Cómo es la concentración de los parámetros microbiológicos del agua de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, Puno de acuerdo a los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la calidad del agua de acuerdo a la concentración de los parámetros físicoquímicos de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, Puno - 2024</p> <p>Objetivos específicos: Determinar la concentración de los parámetros físicoquímicos del agua de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, Puno de acuerdo a los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p> <p>Analizar los parámetros microbiológicos del agua de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, Puno de acuerdo a los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p>	<p>Hipótesis general: La concentración de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos afectan la calidad del agua de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, Puno - 2024.</p> <p>Hipótesis específicas: La concentración de los parámetros físicoquímicos del agua de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, Puno superan los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p> <p>La concentración de los parámetros microbiológicos del agua de la microcuenca de la rinconada de Salcedo, Puno superan los ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p>	<p><u>INDEPENDIENTE</u></p> <p>Parámetros físicoquímicos y microbiológicos</p> <p><u>DEPENDIENTE</u></p> <p>Calidad del agua</p>	<p>Parámetros físicoquímicos</p> <p>Parámetros microbiológicos</p> <p>Características Físicas Químicas Microbiológicas</p>	<p>Calidad física</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Temperatura</li> <li>➤ Conductividad eléctrica (us/cm)</li> <li>➤ Turbidez (ppm)</li> </ul> <p>Calidad química de hidrógeno (pH)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Oxígeno disuelto O2 (ppm)</li> <li>➤ Sólidos disueltos totales (mg/l)</li> <li>➤ Sólidos suspendidos totales (mg/l)</li> <li>➤ Nitratos (ppm) NO3</li> <li>➤ Fosfatos (ppm) PO4</li> </ul> <p>Calidad microbiológica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Coliformes totales (NMP/100mL)</li> <li>➤ Coliformes fecales (NMP/100mL)</li> </ul>	<p>Diseño descriptivo Tipo: No Experimental</p> <p>población y Muestra: 2 km. tres puntos de muestreo un litro de agua por punto.</p> <p>Técnica: - observación - Registro - Análisis</p> <p>Instrumentos: Guía de observación Registro de campo Análisis laboratorio ECAs</p>

**Anexo 02: 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	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	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 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	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2

<b>INORGÁNICOS</b>									
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
<b>ORGÁNICOS</b>									
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>									
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	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	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	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	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	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003

Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Carbamato</b>							
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
<b>MICROBIOLÓGICO</b>							
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	2 000	1 000	2 000

<b>PLAGUICIDAS</b>							
<b>Organofosforados</b>							
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
<b>Organoclorados</b>							
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	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	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Fuente: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>