

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TANANA EN LA COMUNIDAD DE LAMPA

CHICO DISTRITO DE POMATA - PUNO 2025

PRESENTADA POR:

NORKA LOZA PANUERA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



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



15.07%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 4 JAN 2026, 6:37 PM

Originality & Authorship Report

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

● IDENTICAL
4.97%

● CHANGED TEXT
10.09%

Report #30873729

2 NORKA LOZA PANUERA // CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TANANA EN LA COMUNIDAD DE LAMPA CHICO DISTRITO DE POMATA - PUNO 2025 RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del agua del río Tanana en la comunidad de Lampa Chico, distrito de Pomata, durante el año 2025. 2 La metodología aplicada fue de tipo descriptivo con un diseño no experimental, basada en la toma y análisis de muestras en tres puntos del río. Se evaluaron indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), el agua fue establecida mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, correspondiente a la categoría 3. De los parámetros fisicoquímicos mostraron valores dentro de los límites permitidos por la normativa: pH entre 7.37 y 7.75, conductividad eléctrica entre 180 y 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos disueltos totales entre 0.07 y 0.09 g/L, temperatura de 14.2 °C, dureza total entre 81.70 y 140.60 mg/L, alcalinidad entre 55.45 y 88.72 mg/L, cloruros entre 17.02 y 25.53 mg/L, sulfatos entre 68 y 140 mg/L, nitratos entre 0.10 y 0.15 mg/L, calcio entre 13.68 y 16.72 mg/L y magnesio entre 11.46 y 23.84 mg/L. Estos valores evidencian baja mineralización, estabilidad química y ausencia de contaminación significativa. En cuanto al análisis microbiológico, las concentraciones de coliformes termotolerantes fueron menores a 3

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TANANA EN LA COMUNIDAD DE LAMPA
CHICO DISTRITO DE POMATA - PUNO 2025

PRESENTADA POR:

NORKA LOZA PANUERA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:


INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

: 
M.Sc. KORINA ASQUI GOMEZ

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mtra. NATALY SILVIA GARCIA VILCA

ASESOR DE TESIS

: 
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 16 de diciembre del 2025.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a Dios, quien ha guiado mi camino y me ha otorgado valor y fortaleza. Su presencia me ha brindado la perseverancia necesaria para seguir adelante, incluso en los momentos en que he estado a punto de caer. Por ello, con toda la humildad de mi corazón, quiero expresar mi más sincero agradecimiento.

A mis padres Roberto Efrain Loza Gomez y Hermelinda Panuera Huamani quienes me han formado con buenos sentimientos, hábitos y valores. Su apoyo ha sido fundamental para salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

Quiero dedicar y agradecer a mis hermanos y hermanas por acompañarme en este duro pero gratificante camino. Gracias por brindarme su apoyo incondicional desde el principio hasta el final. Son personas admirables que me han demostrado su bondad y amor fraternal en todo momento. Su presencia y cariño han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

En estas líneas expreso mi más profundo sentir y un sincero agradecimiento por mi casa de estudio la Universidad Privada San Carlos, también a mi escuela profesional de Ingeniería Ambiental, a mis docentes mi más sincero agradecimiento por estos cinco años de dedicación y enseñanza. Cada lección impartida, cada consejo dado y cada desafío presentado ha sido fundamental en mi proceso de aprendizaje y crecimiento y a mi asesor Dr. Esteban Isidro Leon Apaza por brindarme su experiencia, conocimiento teórico práctico y por su tiempo y su apoyo dedicado durante este proceso en el desarrollo del proyecto de investigación paciencia han sido fundamentales para el logro de mis metas y a los miembros del jurado por sus recomendaciones, correcciones importantes y aportes valiosos en el presente proyecto de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. INTERNACIONALES	14
1.2.2. NACIONALES	15
1.2.3. LOCALES	17
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	20
2.1.2. MARCO CONCEPTUAL	25
2.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	30
2.2.1. HIPÓTESIS GENERAL	30
2.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	30

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	31
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	32
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	33
3.3.1. MÉTODO	33
3.3.2. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO	33
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	34
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	35

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TANANA DE LA COMUNIDAD DE LAMPA CHICO DEL DISTRITO DE POMATA- 2025.	36
4.1.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	37
4.2. NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS PRESENTES EN EL AGUA DEL RÍO TANANA DE LA COMUNIDAD DE LAMPA CHICO DEL DISTRITO DE POMATA - 2025.	39
4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	47

4.3. NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO TANANA DE LA COMUNIDAD DE LAMPA CHICO DEL DISTRITO DE POMATA - 2025.	48
4.3.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Coordenadas del puntos de monitoreo	32
Tabla 02: Variables de la investigación	34
Tabla 03: Resultados de los parámetros fisicoquímicos comparados con los ECA	39
Tabla 04: Resultados de los parámetros microbiológicos comparados con los ECA	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: El río Tanana se ubica en la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata	32
Figura 02: Parámetros fisicoquímicos comparados con los ECA.	40
Figura 03: Respecto a la conductividad eléctrica	41
Figura 04: Resultados de los parámetros fisicoquímicos - Cloruros	42
Figura 05: Concentraciones de sulfatos	43
Figura 06: Concentración de nitratos	44
Figura 07: Concentración de calcio	45
Figura 08: Concentración de coliformes termotolerantes	50
Figura 09: Se aprecia en la fotografía la toma de muestra en el punto I	66
Figura 10: Se puede observar en la fotografía la toma de muestra en el punto II	66
Figura 11: Se puede observar en la fotografía la toma de muestra en el punto III	67
Figura 12: Se puede ver el llevado de muestra al laboratorio	67

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	61
Anexo 02: Estándar de calidad ambiental (ECA) para agua	62
Anexo 03: Informes de laboratorio	65
Anexo 04: Panel fotográfico.	66

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del agua del río Tanana en la comunidad de Lampa Chico, distrito de Pomata, durante el año 2025. La metodología aplicada fue de tipo descriptivo con un diseño no experimental, basada en la toma y análisis de muestras en tres puntos del río. Se evaluaron indicadores fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), el agua fue establecida mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, correspondiente a la categoría 3. De los parámetros fisicoquímicos mostraron valores dentro de los límites permitidos por la normativa: pH entre 7.37 y 7.75, conductividad eléctrica entre 180 y 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos disueltos totales entre 0.07 y 0.09 g/L, temperatura de 14.2 °C, dureza total entre 81.70 y 140.60 mg/L, alcalinidad entre 55.45 y 88.72 mg/L, cloruros entre 17.02 y 25.53 mg/L, sulfatos entre 68 y 140 mg/L, nitratos entre 0.10 y 0.15 mg/L, calcio entre 13.68 y 16.72 mg/L y magnesio entre 11.46 y 23.84 mg/L. Estos valores evidencian baja mineralización, estabilidad química y ausencia de contaminación significativa. En cuanto al análisis microbiológico, las concentraciones de coliformes termotolerantes fueron menores a 3 NMP/100 mL, valor muy inferior al límite máximo de 1000 NMP/100 mL, lo que indica ausencia de contaminación fecal y óptima calidad sanitaria del agua. En conclusión, el agua del río Tanana cumple con los estándares de calidad ambiental vigentes, siendo apta para el riego de vegetales y la bebida de animales. No obstante, se recomienda mantener un monitoreo ambiental continuo y promover prácticas sostenibles que contribuyan a la preservación del recurso hídrico y al bienestar de las comunidades locales.

Palabras clave. Agua, Calidad, Fisicoquímicos, Microbiológicos, Río.

ABSTRACT

The main objective of this research work was to evaluate the water quality of the Tanana River in the community of Lampa Chico, district of Pomata, during the year 2025. The methodology applied was descriptive with a non-experimental design, based on the collection and analysis of samples at three points of the river. Physicochemical and microbiological indicators were evaluated according to the Environmental Quality Standards (EQS). The water was classified as category 3 by Supreme Decree No. 004-2017-MINAM. The physicochemical parameters showed values within the limits allowed by the regulations: pH between 7.37 and 7.75, electrical conductivity between 180 and 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, total dissolved solids between 0.07 and 0.09 g/L, temperature of 14.2 °C, total hardness between 81.70 and 140.60 mg/L, alkalinity between 55.45 and 88.72 mg/L, chlorides between 17.02 and 25.53 mg/L, sulfates between 68 and 140 mg/L, nitrates between 0.10 and 0.15 mg/L, and calcium between 13.68 and 16.72 mg/L, and magnesium from 11.46 to 23.84 mg/L. These values indicate low mineralization, chemical stability, and the absence of significant contamination. Regarding the microbiological analysis, the concentrations of thermotolerant coliforms were less than 3 MPN/100 mL, a value well below the maximum limit of 1000 MPN/100 mL, indicating the absence of fecal contamination and optimal water quality. In conclusion, the water from the Tanana River meets current environmental quality standards and is suitable for irrigating crops and for livestock drinking. However, it is recommended to maintain continuous environmental monitoring and promote sustainable practices that contribute to the preservation of water resources and the well-being of local communities.

Keywords: Water, Quality, Physicochemical, Microbiological, River.

INTRODUCCIÓN

El agua constituye un recurso esencial para la vida y el desarrollo de los ecosistemas. Sin embargo, en los últimos años, la contaminación del agua se ha convertido en un problema ambiental crítico a nivel global, especialmente en regiones donde la gestión del recurso hídrico es deficiente. En Perú, La Autoridad Nacional del Agua (ANA), ha señalado que solo un porcentaje reducido de los cuerpos de agua cumple con los estándares de calidad ambiental, lo cual representa un riesgo para la salud humana y la sostenibilidad ambiental (Nieto, 2011).

El río Tanana, ubicado en la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata, provincia de Chucuito, departamento de Puno, constituye una fuente de agua utilizada por los pobladores para actividades agrícolas, pecuarias y domésticas. No obstante, en los últimos años, se ha observado un deterioro en la calidad de sus aguas debido a la descarga de residuos domésticos, agrícolas y posiblemente mineros.

Ante esta problemática, el presente estudio busca determinar la calidad del agua del río Tanana mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, con el fin de conocer su estado actual y establecer una base científica para futuras acciones de gestión ambiental y protección del recurso hídrico. De esta manera, la investigación contribuye al conocimiento y preservación de los recursos naturales del altiplano puneño.

Por tanto, la investigación realizada con este fin tiene la estructura secuencial siguiente:

Capítulo I. Planteamiento del Problema. Se especifica la formulación de la pregunta, los objetivos generales y específicos, y la breve justificación e importancia de la investigación.

Capítulo II. Marco teórico, conceptual e hipótesis de la investigación. Se presenta en detalle el marco teórico, así como los antecedentes, fundamento teórico, supuestos y variables para el desarrollo de la tesis.

Capítulo III. Metodología de la Investigación. Se dan detalles sobre la naturaleza del estudio, la población estudiada, la muestra elegida y las actividades seguidas para recopilar datos específicos.

Capítulo IV. Exposición y análisis de los resultados. Refleja los resultados estadísticos y la comparación de supuestos. Así como discusiones, conclusiones, recomendaciones. Por último, están las referencias y los archivos adjuntos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de recursos de agua dulce es un desafío global de gran relevancia para la sociedad, porque la calidad del agua se ve constantemente amenazada. En América Latina, más del 80 % de la población vive en áreas urbanas, pero el suministro de agua aún no es apropiado. Uno de los principales problemas es que el 70 % de las aguas residuales no son tratadas, lo que interrumpe el ciclo del agua y evita el uso de la contaminación nuevamente por Larios (2017). Solo el 30 % del agua se trata en Perú, según la higiene urbana y rural 2006-2015. La contaminación del agua es un tema general que afecta a las principales fuentes, fuentes secundarias y universitarias. Esta contaminación puede ser orgánica e inorgánica y es un riesgo importante para la salud rural (Nieto,2011).

Agencia Nacional del Agua (ANA). Ha implementado programas de monitoreo de la calidad del agua en muchos cuerpos de agua diferentes en todo el país. Las leyes peruanas, como la Ley de Recursos Hídricos, establecen estándares de calidad para la reutilización del agua en la producción agrícola y ganadera.

El río Tanana es una fuente hídrica importante en el distrito de Pomata de la provincia de Chucuito, Puno, utilizado por comunidades para riego y otras actividades. Sin embargo, en los últimos años se ha reportado un deterioro en la calidad de sus aguas debido a

descargas domésticas, agrícolas y posiblemente mineras. La ausencia de estudios recientes limita la gestión ambiental y la toma de decisiones para la protección de la salud pública.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025?

¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONALES

Fernández y Guardado (2021) manifiestan que, este estudio tuvo como objetivo analizar la calidad del agua del río Cabaña, ubicado en Moa, Holguín, mediante el uso del Índice de Calidad de Agua superficial desarrollado por Montoya y Contreras. Para evaluar la composición físico-química y bacteriológica del agua, se recolectaron muestras en 20 puntos diferentes durante los años 2017 y 2018, en ambas temporadas, la de lluvias y la de sequía. Se llevó a cabo el cálculo de un ICA para cada punto de muestreo y cada fecha. Los resultados evidencian que la calidad del agua se deteriora en la misma dirección que el río fluye, desde la parte alta hacia la parte baja de la subcuenca. Adicionalmente, se verifica que una gran parte de la carga contaminante del río proviene de desechos industriales, residuos domiciliarios y vertidos de alcantarillado, los cuales, debido a su volumen, causan una reducción en la capacidad del río para autodepurarse.

Barría y Serrano (2019) manifiestan que, realizaron un estudio científico titulado “Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Santa María en las cercanías del

reservorio de agua del acueducto de Santiago, Veraguas” en Panamá, con el propósito de examinar las principales fuentes de agua y determinar si su calidad estaba afectada por la contaminación. Para esto, se eligieron cuatro puntos de muestreo que fueron analizados en base a variables fisicoquímicas y microbiológicas. Los hallazgos más significativos fueron los siguientes: la conductividad eléctrica presentó valores entre 42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 81 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante la temporada seca; en comparación, en la temporada de lluvias estuvo entre 52 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 54 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En cuanto al pH, se registró un mínimo de 7.6 y un máximo de 8.5 en la época seca, mientras que en la época de lluvias osciló entre 7.4 y 7.9. Respecto a los coliformes totales, se obtuvieron cifras que variaron de 100 a 8600 bact/100 mL, lo que indica que hay concentraciones altas de coliformes totales.

1.2.2. NACIONALES

Rodriguez (2021), señala que el agua es un recurso natural esencial para las actividades humanas. El estudio analizó la calidad del agua en seis vertientes del río Chillón entre enero y junio de 2019, evaluando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Se tomaron 12 muestras mensuales y se midieron propiedades como turbidez (1.2–18.5 NTU), pH (6.5–8.1), temperatura (15–22 °C), conductividad (150–860 $\mu\text{S}/\text{cm}$), dureza total (80–350 mg/L CaCO_3), cloruros (5–35 mg/L) y nitratos (0.2–8.5 mg/L). En cuanto a los parámetros microbiológicos, se detectaron coliformes totales (150–2400 NMP/100 mL), coliformes termotolerantes (90–1600 NMP/100 mL), *Escherichia coli* (presencia en 100 % de las muestras) y *Clostridium spp.* (presencia en 70 %). Un 5 % de los aislamientos de *E. coli* mostró resistencia múltiple a siete antibióticos, aunque fueron más susceptibles a ciprofloxacino, ceftazidima y ampicilina. Los resultados evidencian que las concentraciones de sales fueron mayores en febrero (especialmente en las estaciones 4, 5 y 6), y que todas las muestras superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua superficial en Perú, lo cual indica contaminación tanto fisicoquímica como microbiológica, afectando su posible uso para consumo o riego.

Juárez (2023), señala que el objetivo principal de este estudio es evaluar la calidad del agua del río Moquegua. Este estudio incluyó la medición de diversos parámetros físicos, químicos y microbiológicos, como pH, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales y coliformes fecales, tanto antes como después del tramo Chacra a Feria de La Olla del río Moquegua. El análisis examinó la calidad del agua en el área del Puente La Villa e hizo mejoras para prevenir una mayor contaminación por desechos sólidos en el área. Se confirmó el vertido de estas aguas residuales al río, confirmado mediante pruebas físicas, químicas y microbiológicas. Se estudiaron pilas alcalinas y microorganismos mediante cambios de pH en el LMP. Según el Estudio de Estándares de Calidad Ambiental (ECAS), se ha documentado que el río Moquegua transporta aguas residuales comerciales desde Chacra al mercado de La Olla, afectando la calidad del agua.

Márquez (2024) señala que, se realizó un estudio en el río San Juan de Pillo, ubicado en San Juan de Pillo, Acraquia Tayacaja, Huancavelica, para evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua. Se utilizó un equipo multiparamétrico calibrado con soluciones estándar. En el primer monitoreo, los resultados fueron: temperatura 13.9°C, pH 7.42, conductividad 186 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 240 mV, salinidad 0.1 ppt, sólidos totales disueltos 134 mg/l, y resistencia 5.38 k Ω . cm. En el segundo monitoreo, los resultados fueron: temperatura 14.6°C, pH 7.70, conductividad 294 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 247 mV, salinidad 0.1 ppt, sólidos totales disueltos 213 mg/l, y resistencia 3.40 k Ω . cm. Se compararon estos resultados con los Estándares de Calidad Ambiental, y se encontró que ambos monitoreos mostraron deficiencias en relación con los valores permitidos. Las categorías III y IV de los estándares son efectivas para la calidad del agua, pero los sólidos totales disueltos y la resistencia no cumplen con los requisitos necesarios.

1.2.3. LOCALES

Chucuya (2024), indica que, los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del río llave en las localidades de Chijichaya y Jarani son el foco de este estudio, ya que se están vertiendo materia orgánica y contaminantes biológicos. Los objetivos de la investigación fueron: analizar los niveles de conductividad, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, pH, oxígeno disuelto, coliformes totales y termotolerantes en el río llave en las mencionadas localidades, con base en las directrices de las ECAs para agua de categoría 3 (D. S. N° 001-2017-MINAM). Para ello, se recolectaron muestras de agua del río en las comunidades aludidas, siguiendo el Protocolo de Muestreo de Recursos Hídricos del ANA. Los análisis de las muestras se llevaron a cabo en el Laboratorio de Ecología Acuática de la FCCBB. La medición de la conductividad, oxígeno disuelto y pH se hizo mediante el método electrométrico, los bicarbonatos se analizaron por el método de titulación, los nitratos y sulfatos a través de espectrofotometría, y los coliformes utilizando la técnica del Número Más Probable. Los resultados promedios obtenidos fueron: CE 635, 677.33 y 664.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bicarbonatos 138.96, 144.16 y 146.48 mg/l, sulfatos 130, 123.67 y 114.00 mg/l, pH 8.69, 8.40 y 8.46, OD 8.32, 9.17 y 8.20 mg/l, DBO5 2.32, 3.32 y 2.05 mg/l, coliformes totales 1200, 181.67 y 150 NMP/100 ml y coliformes termotolerantes 26.67, 20.33 y 32.33 NMP/100 ml en Jarani, a 100 m de Chijichaya y en Chijichaya, respectivamente, sin exceder las normativas ambientales vigentes y mostrando solo una diferencia estadística significativa en el conteo de coliformes totales. Inquilla (2020), señala que, uno de los problemas ambientales ocultos relacionados con la liberación de aguas residuales directas, que no les importa con cuidado, aumenta con un alto riesgo para la salud humana. El estudio se desarrolló en unos pocos meses a partir de julio de 2019 con los siguientes objetivos: 1. Indique los indicadores microbiológicos y domésticos del río Coata, de acuerdo con los puntos de muestreo en las áreas de PM1, PM2 y PM3. 2. Indicaciones para parámetros físicos (pH,

conductividad, sólidos solubles en general, necesidades bioquímicas de oxígeno, necesidades químicas de oxígeno, cloruro, sulfato, dureza y metales pesados Pb, como, Hg y Cd), según los puntos de muestreo de la chaqueta en la región en el área PM1, PM2 y PM2. Para determinar el índice microbiológico, la cantidad más probable se ha utilizado para evaluar y determinar la cantidad cuantitativa total, para los parámetros físicos químicos, métodos: electrología (pH), conductividad conductora (conductividad), gravedad. Esto se ha aplicado completamente en el caso de un proyecto accidental. Resultados: En el caso del color total y las heces, los valores promedio son 2400, 2400 y 150 NMP/100 ml y 124, 73,67 y 19.33 nmp/100 ml para cada punto de muestreo, excediendo el límite máximo permitido (ECA, 2017). Los parámetros físicos -químicos se expresan por los valores promedio: pH 7.50, 7.57 y 7.64 unidades, conductividad eléctrica 1195.67, 620.33 y 672.67 s/cm, la cantidad permanente total de 598,00, 309.67 y 336.33 mg/l, Sulfur 73.80. 65,00, 65,00 00, 65,00, 65,00 00, 65,00 00 y 65,00 00 y 65,00 mg/L, y 65.00 mg/l. Mg/L y 65,00 mg/L y 65,00 mg/L, sulfato 73.80, 61,63 y 65,00 mg. 307.78 y 293.69 mg/L, con un límite máximo permitido y necesidades bioquímicas de oxígeno 5.03, 3.96 y 4.13 mg/L, necesidades químicas de oxígeno 12.57, 9.83 y 10.33 mg/l 0.028, 0.030, 0.028 mg/L, cadmio 0.004, 0.004 y 0.004 mg/l 0.028, nivel superior, 0.028 mg/l, cadmio 0.004, 0.004 y 0.004 mg/l 0.028, nivel superior del nivel de mercen. encontró. Se confía en el agua del río Coata de baja calidad.

Yujra (2025), señaló que el estudio realizado en 2024 tuvo como objetivo analizar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Tambopata en el tramo que discurre por el centro de la ciudad de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco (Sandía, Puno). Se evaluaron muestras tomadas 200 m aguas arriba y 100 m aguas abajo de la ciudad. Los resultados arrojaron un valor promedio de pH 7.15, temperatura 17°C, conductividad 1.84 μ S/cm, dureza total 22.34 mg/L, calcio 2.93 mg/L, alcalinidad 2.82 mg/L, cloruro 10.39 mg/L, sulfato 37.52 mg/L, sólidos disueltos totales

0.05 mg/L, cloro libre residual 0.5. mg/L, salinidad 0,05% y turbidez 0,25 NTU. El análisis microbiológico reveló coliformes totales (5 UFC/100 ml) y coliformes fecales (0 UFC/100 ml). Se encuentra que la calidad del agua cumple con los Estándares de Calidad Ambiental Clase 3 de la ECA para agua de riego de cultivos y agua animal, lo que indica que los recursos hídricos están calificados para respaldar las actividades agrícolas en el área.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata- 2025

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025

Evaluar el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del Distrito de Pomata - 2025

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

El agua

El agua es el elemento químico más prevalente en nuestras vidas. Forma parte de nuestra rutina diaria y es esencial para la fundación de ciudades y diversas actividades económicas. Para el uso humano del agua, es necesario evaluar su calidad, lo que implica analizar sus características microbiológicas, físicas y químicas, asegurando que dichos parámetros se mantengan dentro de los niveles aceptables de (Gerónimo, 2021).

Importancia del agua

Sin agua no hay vida porque las plantas y los cultivos dependen de los minerales del suelo que deben disolverse para poder ser absorbidos. Las raíces de las plantas absorben el agua que contiene estos minerales disueltos y los convierten en nutrientes mediante la fotosíntesis. Esto también tendrá un impacto en la supervivencia de los animales, ya que la mayoría de los productos alimenticios como la carne, las verduras, las frutas y la leche contienen una cantidad significativa de agua. Además, el agua es un componente básico de los organismos vivos. Por este motivo, se estima que alrededor del 70% del peso de un recién nacido es agua, cifra que desciende al 60% en jóvenes adultos y al 50% en personas mayores. (Villanueva, 2019).

Calidad de agua

La calidad del agua implica generalmente la valoración de las propiedades físicas y químicas de una muestra específica de agua, teniendo en cuenta criterios o estándares definidos en relación a su calidad. Esto a menudo se confunde con la definición de calidad del agua respecto al uso humano, lo que permite considerar otras formas de definir la calidad del agua basándose en esto. (Lligua y Soto, 2024).

Contaminación de Agua

Las propiedades del agua pueden verse alteradas por el uso de materiales o formas de energía que directa o indirectamente comprometan las propiedades esenciales del agua para su uso o función ambiental futura. Debido a que el agua rara vez se presenta en su forma pura, el término contaminantes del agua abarca cualquier ser vivo, mineral o concentraciones de sustancias químicas que obstruyen el uso efectivo del agua. La contaminación del agua se describe como la incorporación de una sustancia extraña en el entorno a niveles que conducen a la pérdida y degradación de este recurso hídrico, lo cual, a su vez, repercute en la salud humana. (Chullo, 2021).

El agua que ha sido modificada hasta quedar inadecuada para el consumo se considera contaminada según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Microorganismos, virus, parásitos, fertilizantes, pesticidas, medicamentos, nitratos, fosfatos, plásticos, heces e incluso elementos radiactivos son las mayores causas de la contaminación del agua. (Calidad del agua | Request PDF», s. f.

2.1.1.1. Parámetros Físicos Y Microbiológicos

Físico Químico

El campo de estudio que se centra en la conexión entre las características físicas y químicas de una sustancia se conoce como rama de la ciencia, según la definió la

Parámetros Físicoquímicos

Las propiedades físicas y químicas del agua, definidas por factores fisicoquímicos, brindan datos importantes acerca de las características de las sustancias químicas que se encuentran. No obstante, estos factores no muestran cómo afectan estas sustancias a la fauna acuática. Un beneficio de emplear técnicas físico-químicas es que permiten realizar análisis con mayor rapidez y regularidad. (Samboni, 2007).

Para obtener muestras de un cuerpo acuático, es aconsejable utilizar recipientes de plástico. Primero, enjuague el frasco con una pequeña porción de muestra, moviendo y desechando el agua de enjuague. Este procedimiento es fundamental para eliminar cualquier elemento que pueda influir en la exactitud de los resultados. La muestra debe ser recolectada de los primeros 20 cm de profundidad por debajo de la superficie del agua, y es esencial tomarla contra la corriente, asegurando que el frasco esté en un ángulo adecuado para permitir la entrada del agua. No es necesario llenar el frasco completamente; sin embargo, si se requiere agregar algún tipo de conservante, deje un poco de espacio para su incorporación. Una vez cerrado el frasco, es vital mezclar bien la muestra agitando por (Rojas, 2018).

Parámetros Microbiológicos

La preocupación principal en relación a los riesgos microbianos en el agua radica en la posibilidad de consumir agua que esté contaminada con desechos de humanos o animales. No obstante, es relevante destacar que existen otras fuentes y formas de exposición que pueden presentar riesgos significativos. El agua potable puede ser portadora de enfermedades infecciosas provocadas por varios patógenos, que abarcan bacterias, virus y parásitos como protozoos y helmintos. El efecto sobre la salud pública está relacionado con aspectos como la gravedad de las enfermedades provocadas por estos patógenos, su capacidad para infectar a las personas y la magnitud de la población expuesta al riesgo por (Gaitan, 2018).

Potencial de Hidrógeno (pH)

Los cuerpos de agua es una medida de su tendencia a ser ácida o alcalina. Así que los valores obtenidos al medir el pH nos dirán si son ácidos o alcalinos. En los ecosistemas acuáticos, un pH mínimo facilitará que los contaminantes presentes sean transportados y, por tanto, consumidos por los organismos acuáticos, lo que puede crear condiciones tóxicas negativas para los ecosistemas acuáticos, especialmente las especies. (Choque, 2021).

Conductividad Eléctrica

Es una medida de la capacidad de una solución para conducir electricidad y aumenta a medida que aumenta la concentración de iones, por lo que se utiliza para estimar la salinidad total del agua. Aumenta al aumentar el TDS y la salinidad. Generalmente se mide en microsiemens (μS) y depende de la temperatura. A temperaturas más altas, aumenta la conductividad eléctrica del agua. De manera similar, la contaminación de los sistemas de aguas superficiales a menudo se asocia con valores elevados de conductividad. En nuestro país, la conductividad suele estar directamente relacionada con la concentración de carbonato cálcico, lograda a través de la alcalinidad. (Huaccha, 2021).

Temperatura

Priva sobre la gran mayoría de los desarrollos biológicos que se dan en los hábitats acuáticos. Esto tiene efectos sobre la capacidad de solidez de los gases mezclados en H_2O . Los cambios de temperatura del H_2O se producen a causa de los cambios en la temperatura del ambiente ocasionados por el ciclo natural de las temporadas. La influencia humana más grande es el agua como cuerpo para refrescar, sobre todo en las centrales térmicas por (Jinez, 2024).

2.1.1.2. Parámetros Químicos

Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. El oxígeno libre es esencial para la vida de peces, plantas, algas y otras especies. criatura; Por esta razón, siempre se considera un índice la capacidad de un río para sustentar la vida acuática.(Gomez, 2023).

Sólidos Totales Disueltos

Son sustancias que quedan después de la filtración y evaporar y secar la muestra en condiciones específicas. Los sólidos disueltos totales (TDS) pueden decirse que el aumento de peso de las cápsulas cutáneas se determinó después de la evaporación, donde luego se secó una alícuota de la muestra prefiltrada a 180°C hasta obtener un peso constante. La temperatura a la que existe el agua de cristalización. El contenido de materia seca se puede estimar por la diferencia entre la materia seca total y la materia seca total en suspensión por (Lligua, 2024).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La DBO es una prueba comúnmente requerida en las plantas de tratamiento de aguas residuales para medir el volumen de aguas residuales, la eficiencia y efectividad de la eliminación de DBO, el control de los procesos que ocurren dentro de la planta y, lo más importante, la concentración de aguas residuales descargadas en las fuentes de agua.

Una concentración elevada de DBO5, indica alto contenido de materia orgánica biodegradable: (Gerónimo, 2021)

- Aguas muy puras DBO5 < 3 ppm O₂
- Pureza Intermedia DBO5 3-5 ppm O₂
- Agua contaminada DBO5> 8 ppm O₂

Alcalinidad

La alcalinidad suele ser el resultado de la erosión de las rocas carbonatadas y la disolución del dióxido de carbono en la atmósfera. Cuando se agrega ácido al agua alcalina, los iones de hidrógeno del ácido reaccionan principalmente con compuestos de carbonato. (Gonzalez, 2023)

2.1.2. MARCO CONCEPTUAL

El agua representa un elemento esencial para los organismos y los ecosistemas que habitan en nuestro entorno. Su función es crucial para mantener la estabilidad ambiental y es indispensable para el progreso de la sociedad. En términos de procesos naturales, el agua se renueva a través del ciclo hidrológico de su origen, pero las fluctuaciones anómalas del clima y del terreno crean un ambiente en el que este ciclo se vuelve inestable tanto en el espacio como en el tiempo por (Paredes, 2023).

Agua del río

Los ríos son sistemas esenciales, armoniosos y dinámicos que brindan servicios ecosistémicos que benefician a los seres vivos. Los ríos son esenciales para la naturaleza porque actúan como barreras, transportan agua a varios puntos y proporcionan el agua necesaria para la supervivencia de los seres vivos. Son vitales para el ecosistema porque sirven como obstáculos, trasladan agua a diferentes lugares y suministran el líquido esencial para la vida. No obstante, las acciones humanas perjudican el agua, modificando sus propiedades y funciones por (Calizaya, 2022).

Aluminio: El aluminio es un metal poco denso, muy ligero, blando, maleable y de tonalidad blanco-plateado. El aluminio conduce bien electricidad y calor, además de reflejar eficazmente la radiación electromagnética visible (Jinez, 2024).

Arsénico: El arsénico es un elemento de la tabla periódica que pertenece al grupo de metaloides o semimetales. Es un sólido a temperatura ambiente; sublima a 613 °C bajo presión atmosférica (Rojas, 2018).

Cadmio: El cadmio es un elemento que se encuentra naturalmente en la corteza terrestre. Todos los suelos y rocas, incluidos el carbón y los fertilizantes minerales, contienen cadmio. La mayor parte del cadmio utilizado en Estados Unidos se extrae para producir otros metales como zinc, plomo y cobre. El cadmio es difícil de corroer y se utiliza para producir baterías, pigmentos, revestimientos metálicos y plásticos. (Villanueva, 2019).

Calidad

En Perú se han generado circunstancias que favorecen la proliferación de contaminantes químicos, en particular metales, que debido a sus características mineralógicas vinculadas al sistema montañoso de los Andes y a una economía centrada en la minería, terminan contaminando el agua potable. La población se enfrenta a un riesgo crónico generalizado que ya está tomando dimensiones difíciles de controlar por (Jinez, 2024).

Cloruro (Cl): El cloruro es un electrolito crucial en la sangre. Contribuye a equilibrar el volumen de líquido dentro y fuera de las células. Asimismo contribuye a sostener el volumen sanguíneo, la presión arterial y el pH de los fluidos corporales (Chullo, 2021).

Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$): La propiedad de la conductividad se describe como el opuesto de la resistencia específica de un material, lo que implica que al incrementar la conductividad, la resistencia disminuye, y lo contrario también es cierto. Esta propiedad se mide y suele expresarse en micromho por centímetro ($\mu\text{mho}/\text{cm}$), una unidad que también puede considerarse comparable a microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) o, en un espectro más amplio dentro del Sistema Internacional de Unidades, a milisiemens por centímetro. (Jinez, 2024).

Cromo (Cr): es un metal denso que se encuentra en la naturaleza, donde puede acumularse en el suelo y el agua, así como en las cosechas y en seres vivos tanto en la tierra como en el agua. Como resultado, en la parte final de la cadena alimentaria, se

transferirá a los seres humanos a través de la ingesta de alimentos de origen animal y vegetal y agua que contienen niveles elevados de este metal pesado.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es la cantidad de oxígeno consumida por las bacterias y otros microorganismos al descomponer la materia orgánica en condiciones aeróbicas a una determinada temperatura. Es el elemento que puede ser absorbido o oxidado por organismos en una muestra líquida, ya sea disuelta o en suspensión. (Villanueva, 2019).

Demanda Química de Oxígeno (DQO): La Demanda Química de Oxígeno es un indicador de calidad del agua, que mide la cantidad de materia que un oxidante químico, comúnmente dicromato potásico en medio ácido, puede oxidar (Rojas, 2018).

Metales pesados: Los metales pesados más comunes en las aguas residuales industriales son el plomo, el cobre, el zinc, el níquel, el cromo, el cadmio y el mercurio. Sin embargo, estos metales son tóxicos incluso en bajas concentraciones, provocando graves problemas en el tratamiento del agua y de las aguas residuales. Parte de una sinfonía de elementos químicos enigmáticos que exhiben características metálicas. Entre los metales de transición destacan algunos metales, algunos lantánidos y algunos actínidos. (Chullo, 2021).

Óxidos Disueltos (OD): Es la medida de oxígeno que está disuelto en el agua. El oxígeno en estado libre es esencial para la supervivencia de peces, vegetación, algas y otros seres vivos; por esta razón, se ha considerado a lo largo del tiempo como un parámetro de la capacidad que tiene un río para mantener la vida en sus aguas. (Ccora, 2022).

2.1.2.1. Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos se refieren a las mediciones cuantitativas del agua, relacionadas con sus atributos físicos y químicos como pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, turbidez, concentración de nutrientes y presencia de

metales pesados. Estos elementos son fundamentales para evaluar la calidad del agua y su uso en consumo humano, agricultura y preservación de ecosistemas acuáticos. De acuerdo con (Cordova, 2023).

Potencial de Hidrógeno (pH): El potencial de hidrógeno es un índice común en química que indica el nivel de acidez o alcalinidad de una solución acuosa. El pH se relaciona con la cantidad de iones de hidrógeno en ciertas disoluciones (Choque, 2021).

Ríos: Un río se define como una corriente constante y continua de agua que se desplaza a través de un cauce, que puede encontrarse en la superficie de la Tierra, aunque también existe la posibilidad de que este flujo de agua ocurra de manera subterránea, es decir, bajo la tierra por (Colavita, 2021).

Sólidos Totales Disueltos (STD): En términos simples, se puede entender que representa la combinación total de todos los minerales, metales y sales que se encuentran disueltos en el agua, y, además, sirve como un excelente indicador de la calidad general del agua en cuestión (Huarcaya & Toribio, 2021).

Temperatura (°C): La escala de temperatura conocida como el grado Celsius se utiliza como una unidad de medida para cuantificar cuán caliente o frío está un objeto o un ambiente. Esta escala está diseñada de tal manera que establece el punto de fusión del agua, que es el momento en el que el agua se convierte en hielo, a una temperatura de cero grados Celsius (0 °C) cuando se mide a una presión atmosférica equivalente al nivel del mar. De igual forma, el punto en el que el agua comienza a hervir, es decir, cuando se transforma de líquido a vapor, se sitúa en 100 grados Celsius (100 °C) dentro de esta misma escala. Se representa utilizándose el símbolo correspondiente que es “°C” por (Sierra, 2021).

Turbidez: La turbidez es una medida del grado en que el agua pierde su claridad debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuanta más suspensión hay en el agua, más

sucia y turbia se vuelve el agua. La turbidez se considera un buen indicador de la calidad del agua por Mamani (2022).

Zinc: La unidad de turbidez nefelométrica, conocida como NTU, se utiliza para medir la turbiedad de líquidos y no aplica para gases ni atmósferas. por (Mamani, 2022).

2.1.2.2. MARCO NORMATIVO

- Ley General del Ambiente Ley N° 28611, de fecha 15.10.2005.
- Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338 de fecha 30.03.2009 y su Reglamento Aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG, de fecha 23.03.2010.
- Decreto Supremo N° 006-2010-AG, de fecha 08.07.2010, que aprueba el Reglamento De Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM .- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias.
- Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, de fecha 19.12.2009, establece Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, de fecha 19.12.2016, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Decreto Supremo N° 004-2015-PRODUCE, de fecha 23.02.2015, que aprueba el Reglamento de Organizaciones y Funciones del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA de fecha 22.03.2010, que aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino - costeros.
- Resolución Jefatural N° 010-2016 de fecha 11.01.2016, que aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

2.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico, no cumple con los estándares de calidad establecidos, en el distrito de Pomata - 2025.

2.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

El nivel de concentración excede los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025.

El nivel de concentración excede los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en la comunidad de Lampa Chico, perteneciente al distrito de Pomata, provincia de Chucuito, departamento de Puno. Esta área está situada en el altiplano peruano, a una altitud aproximada de 3,830 m.s.n.m, en las coordenadas geográficas 16°17'49.4" S de latitud sur y 69°16'49.9" W de longitud oeste. Cabe resaltar que el río Tanana, presente en esta zona, es de vital importancia para la comunidad, ya que es utilizado principalmente para el abastecimiento de agua destinada al consumo de los animales, constituyéndose así en un recurso esencial para el sustento de las familias locales.

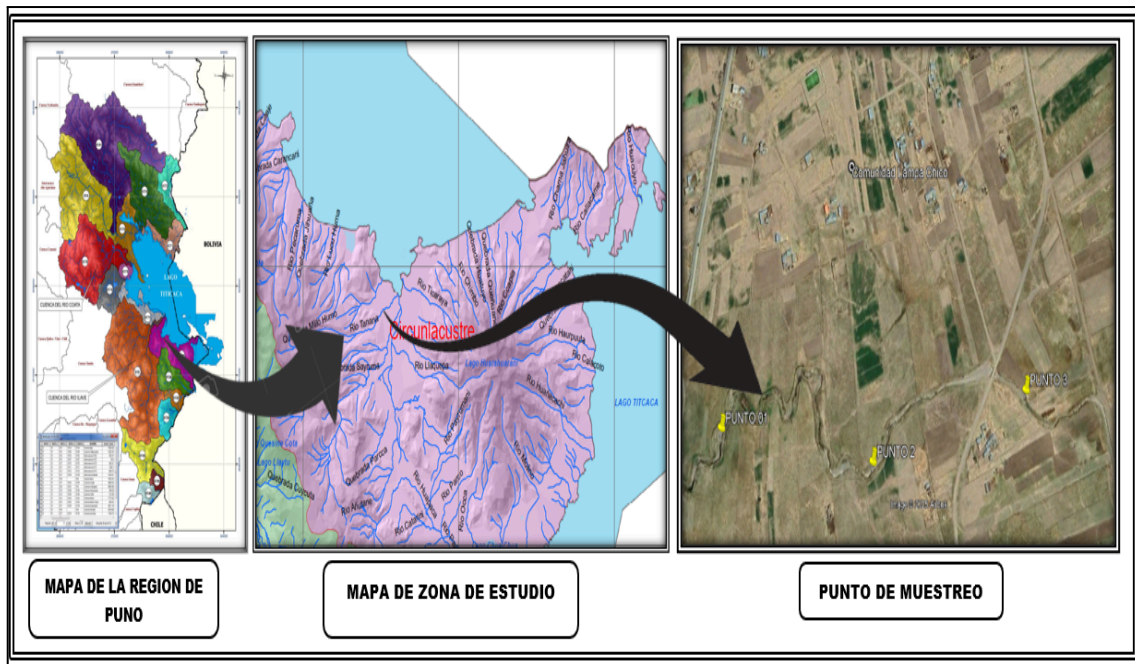


Figura 01: El río Tanana se ubica en la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata

Fuente: Google Earth Pro

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

Para este estudio de investigación, se han seleccionado 3 puntos de muestreo con las coordenadas UTM (tabla 01) en el río Tanana.

Tabla 01: Coordenadas del puntos de monitoreo

PUNTOS DE MONITOREO	COORDENADAS UTM - 19 S	ALTITUD (msnm)
Punto 1	N: 8197194; E: 471236	3836
Punto 2	N: 8197399.79; E: 471500.55	3834
Punto 3	N: 8197693.79; E: 471675.23	3832

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. MÉTODO

El presente estudio corresponde a un diseño de investigación no experimental, de tipo descriptivo y con un enfoque metodológico deductivo-analítico. Se caracteriza por observar y analizar los fenómenos tal como se presentan en su contexto natural, sin manipular variables. El enfoque descriptivo permite identificar, detallar y clasificar las características esenciales del objeto de estudio, mientras que el método deductivo-analítico facilita el razonamiento lógico a partir de teorías generales para interpretar los datos obtenidos y establecer conclusiones fundamentadas.

3.3.2. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO

Objetivo específico 1: Evaluar el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025.

Para la determinación de los parámetros fisicoquímicos, se tomaron muestras de agua en tres ubicaciones diferentes a lo largo del río Tanana. La recolección de las muestras se realizó siguiendo los protocolos de bioseguridad y las normas técnicas pertinentes. En cada sitio, se recogió una muestra de 1,000 ml de agua en frascos esterilizados, los cuales son etiquetados adecuadamente según los parámetros que se vayan a analizar.

Después, las muestras son llevadas al laboratorio manteniendo una estricta cadena de custodia para garantizar su adecuada conservación a lo establecido en el anexo 2.

Objetivo específico 2: Evaluar el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025.

Para la evaluación de los parámetros microbiológicos, se realizaron colectas de muestras de agua en tres lugares distintos a lo largo del río Tanana. La recolección de estas muestras se efectuó siguiendo cuidadosamente los procedimientos de bioseguridad y las

regulaciones técnicas necesarias. Las muestras que se obtuvieron se llevarán en envases estériles, se etiquetaron de manera precisa, y se llevaron al laboratorio conforme a lo establecido en el anexo 2.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 02: Variables de la investigación.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente: Parámetros fisicoquímica y microbiología	Fisicoquímicos	Color, Temperatura, pH, Conductividad eléctrica, Concentración de oxígeno disuelto, oxígeno disuelto, nitratos, sólidos totales disueltos, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO), DBO. Arsénico, cadmio, mercurio, plomo
Variable Dependiente: Calidad del agua del río	Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para examinar los datos, se usó una estadística descriptiva que ayudó a identificar diferentes patrones y anomalías. Este método fue clave para caracterizar bien las variables. Se aplicó un diseño no experimental con bloque aleatorio completo, considerando lugares de muestreo y tiempos de recolección como factores. Esto permitió evaluar el efecto conjunto de estas variables en los parámetros analizados, utilizando un modelo lineal general para un análisis más preciso y menos errores. Las muestras del campo se manipularon según protocolos de conservación y se llevaron a un laboratorio especializado, donde se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de metales pesados con métodos validados. Los resultados se calcularon con respecto a la media poblacional y se compararon usando herramientas de análisis estadístico, principalmente Microsoft Excel, para organizar y visualizar los datos.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

EXPOSICION Y ANALISIS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

4.1. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TANANA DE LA COMUNIDAD DE LAMPA CHICO DEL DISTRITO DE POMATA- 2025.

Para realizar la determinación de la calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata – 2025, fue a través de la evaluación de sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, comparándolos con los límites establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, correspondiente a la Categoría 3: riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2).

Los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio (Tabla 3 y Tabla 4), permiten evidenciar que el agua del río Tanana presentó condiciones óptimas en ambos grupos de parámetros. Se analizaron once parámetros fisicoquímicos: pH, conductividad, sólidos disueltos totales, temperatura, dureza total, alcalinidad, cloruro, sulfato, nitrato, calcio y magnesio. Los valores registrados en los tres puntos de muestreo (M-01, M-02 y M-03) se mantuvieron dentro de los límites normativos establecidos por la legislación nacional.

El pH presentó valores comprendidos entre 7.37 y 7.75, evidenciando una ligera neutralidad y ausencia de acidez o alcalinidad extrema. La conductividad eléctrica, con valores de 180 a 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, reflejó una baja presencia de sales disueltas, característica de cuerpos de agua con mínima mineralización y sin riesgo de salinización de suelos agrícolas. Los sólidos disueltos totales (SDT) se mantuvieron por debajo de 0.1 g/L,

indicando un nivel reducido de material inorgánico disuelto y una alta pureza del recurso hídrico. La temperatura promedio de 14.2 °C fue típica de ríos altoandinos, contribuyendo a mantener concentraciones adecuadas de oxígeno disuelto. Otros parámetros, como la dureza total y la alcalinidad, presentaron niveles moderados que garantizaron la estabilidad química del agua y su capacidad de amortiguar cambios de pH. Asimismo, los cloruros, sulfatos y nitratos estuvieron en valores inferiores a los límites del ECA, descartando la influencia de fuentes contaminantes domésticas o agrícolas. Finalmente, los contenidos de calcio y magnesio fueron equilibrados y compatibles con aguas naturales de origen superficial, propias de zonas rurales no perturbadas.

En el caso de los parámetros microbiológicos, el análisis reveló valores inferiores a 3 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes en los tres puntos de muestreo, resultado que se ubicó muy por debajo del límite máximo permitido (1000 NMP/100 mL) para las subcategorías D1 y D2. Este hallazgo indicó que el agua del río Tanana no presentó contaminación fecal ni bacteriana, reflejando una excelente calidad sanitaria.

Comparativamente, estos resultados coincidieron con los estudios realizados por Yujra (2025) en el río Tambopata, donde también se registraron niveles bajos de sales y ausencia de coliformes, confirmando la similitud entre ríos altoandinos de la región de Puno. Asimismo, los valores del Tanana se mantuvieron por debajo de los reportados por Chucuya (2024) en el río llave, donde la conductividad y la presencia bacteriana fueron mayores debido al impacto de actividades humanas. Estas diferencias reforzaron la conclusión de que el río Tanana conserva un estado de pureza superior, atribuible a la limitada actividad agrícola, ganadera y urbana en su entorno inmediato.

4.1.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis General: "La calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico, no cumple con los estándares de calidad establecidos, en el distrito de Pomata - 2025"

Planteamiento de la Hipótesis General

Hipótesis Nula (H_0): La calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico cumple con los estándares de calidad establecidos por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, en el distrito de Pomata – 2025.

Hipótesis Alternativa (H_1): La calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico no cumple con los estándares de calidad establecidos por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, en el distrito de Pomata – 2025.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio (Tabla 3 y Tabla 4), tanto los parámetros fisicoquímicos como los microbiológicos del agua del río Tanana se mantuvieron dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, correspondiente a la Categoría 3: riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2). Los parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, temperatura, dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio y magnesio), registraron valores que no excedieron los estándares normativos, reflejando una baja mineralización, neutralidad química y estabilidad térmica del cuerpo hídrico. Asimismo, los parámetros microbiológicos evidenciaron concentraciones menores a 3 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes, muy por debajo del límite de 1000 NMP/100 mL, lo que confirmó una ausencia de contaminación fecal o bacteriana significativa.

Con base en los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico, y considerando los límites establecidos por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, Categoría 3, se rechaza **la hipótesis alternativa (H_1)** y se **acepta la hipótesis nula (H_0)**.

Esto significa que la calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico cumplió con los estándares de calidad ambiental establecidos, demostrando que el recurso hídrico evaluado no presentó contaminación significativa y fue apto para el riego de vegetales y la bebida de animales, en el distrito de Pomata durante el año 2025.

4.2. NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS PRESENTES EN EL AGUA DEL RÍO TANANA DE LA COMUNIDAD DE LAMPA CHICO DEL DISTRITO DE POMATA - 2025.

El análisis de los parámetros físicoquímicos del agua del río Tanana, en los tres puntos de muestreo ubicados a lo largo del tramo comprendido en la comunidad de Lampa Chico, permitió evaluar el nivel de concentración de once indicadores básicos de calidad. Los resultados se compararon con los valores establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, correspondientes a la Categoría 3: riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2):

Tabla 03: Resultados de los parámetros físicoquímicos comparados con los ECA

Parametros quimicos	Fisico Unidad	Resultados de análisis de laboratorio			ECA Límites (según DS N° 004-2017-MINAM)	
		M - 01	M - 02	M - 03	Categoría 3	
					D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
pH	unid.pH	7.44	7.37	7.75	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4
Conductividad	uS/cm	200.00	180.00	220.00	2500	5000
Sólidos Totales	Disueltos g/l	0.08	0.07	0.09	-	-
Temperatura	°C	14.20	14.20	14.20	-	-
Dureza Total	mg/l	140.60	91.20	81.70	-	-
Alcalinidad	mg/l	88.72	66.54	55.45	-	-
Cloruros	mg/l	25.53	22.69	17.02	500	-
Sulfatos	mg/l	118.00	68.00	140.00	1000	1000
Nitratos	mg/l	0.10	0.15	0.13	100	100
Calcio	mg/l	16.72	15.20	13.68	-	-

Magnesio mg/l 23.84 12.83 11.46 - 250

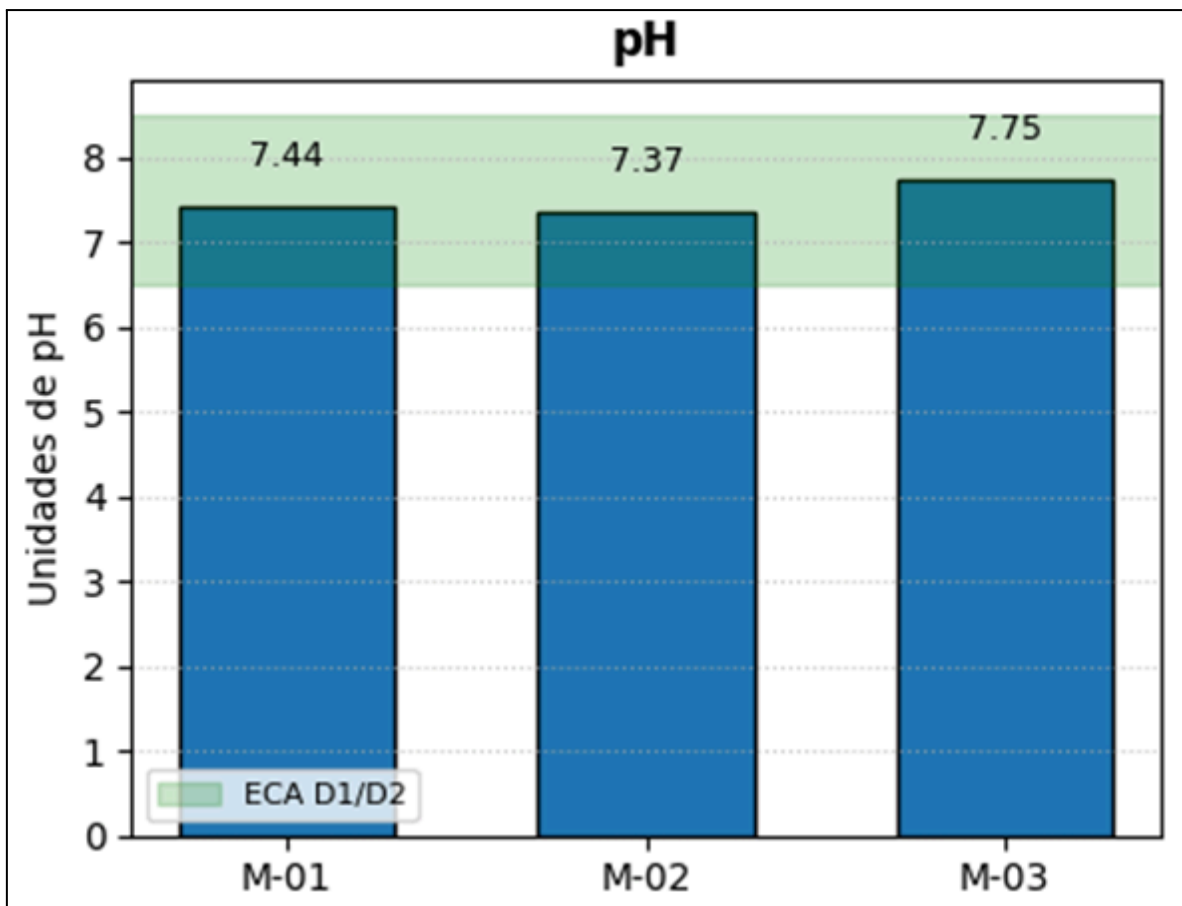


Figura 02: Parámetros fisicoquímicos comparados con los ECA.

En la figura 02 se observa que el potencial de hidrógeno (pH) registró valores entre 7.37 y 7.75, manteniéndose dentro del rango permitido por la normativa (6.5 a 8.5 para D1 y 6.5 a 8.4 para D2). Esto evidenció que el agua presentó una ligera neutralidad, sin indicios de acidez ni alcalinidad marcada, por lo que no existieron condiciones que pudieran afectar la solubilidad de nutrientes o provocar toxicidad para los organismos acuáticos o los cultivos de la zona.

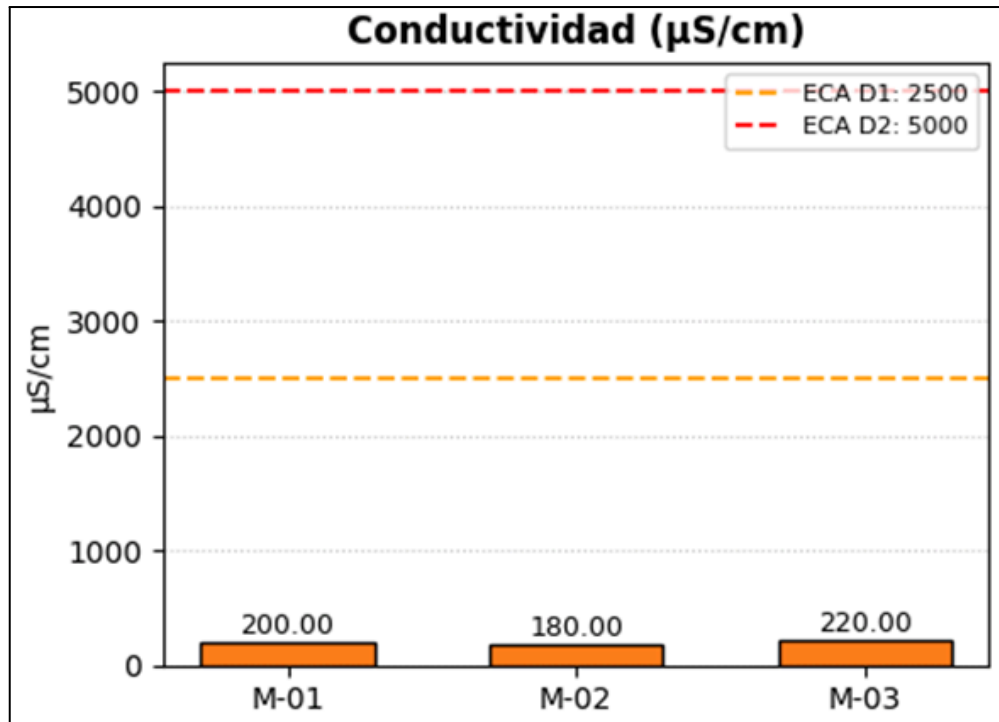


Figura 03: Respecto a la conductividad eléctrica.

En la figura 03 la conductividad eléctrica, los valores oscilaron entre 180 y 220 $\mu\text{S/cm}$, valores considerablemente inferiores al límite máximo de 2500 $\mu\text{S/cm}$ (D1) y 5000 $\mu\text{S/cm}$ (D2). Este comportamiento reflejó una baja presencia de sales disueltas, lo que indica que el agua no presentaba problemas de salinización ni de acumulación de iones que pudieran alterar las propiedades del suelo o reducir su productividad agrícola.

Los sólidos disueltos totales (SDT) mostraron concentraciones entre 0.072 y 0.088 g/L, lo cual sugiere una baja carga de materia inorgánica o sales minerales en la muestra. Aunque este parámetro no cuenta con un límite específico en la categoría analizada, los valores obtenidos fueron característicos de aguas limpias y poco mineralizadas, lo que confirmó un buen estado de conservación del cuerpo hídrico.

En cuanto a la temperatura, el valor promedio fue de 14.2 °C en los tres puntos, condición típica de ríos altoandinos ubicados por encima de los 3800 m.s.n.m. Esta temperatura relativamente baja favoreció la disolución del oxígeno, contribuyendo al equilibrio ecológico del río y manteniendo condiciones adecuadas para la vida acuática.

El parámetro de dureza total reflejó un contenido moderado de cationes de calcio y magnesio, lo que determinó que el agua fue ligeramente dura según las clasificaciones fisicoquímicas. Este nivel de dureza es habitual en regiones andinas, donde la geología del terreno está compuesta por rocas calcáreas, y no representa un riesgo para los usos agrícolas y ganaderos.

En relación con la alcalinidad, los resultados mostraron niveles adecuados que permitieron al agua mantener una capacidad de amortiguamiento natural frente a variaciones de pH. Este comportamiento indicó que el sistema fluvial presentaba una buena capacidad de autodepuración, evitando cambios bruscos en la acidez del medio.

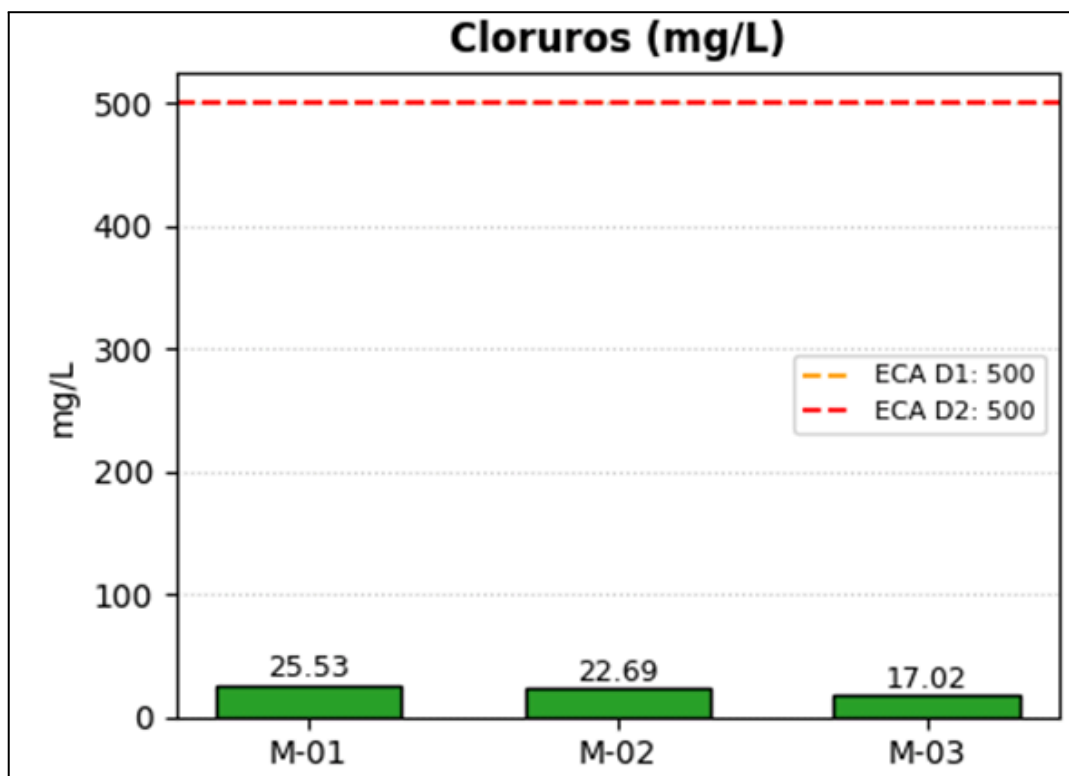


Figura 04: Resultados de los parámetros fisicoquímicos - Cloruros.

En la figura 03 los cloruros se encontraron en concentraciones bajas, muy por debajo del límite de 500 mg/L establecido por el ECA, lo que demostró que el agua no estuvo afectada por contaminación proveniente de aguas residuales domésticas o infiltraciones de sales minerales.

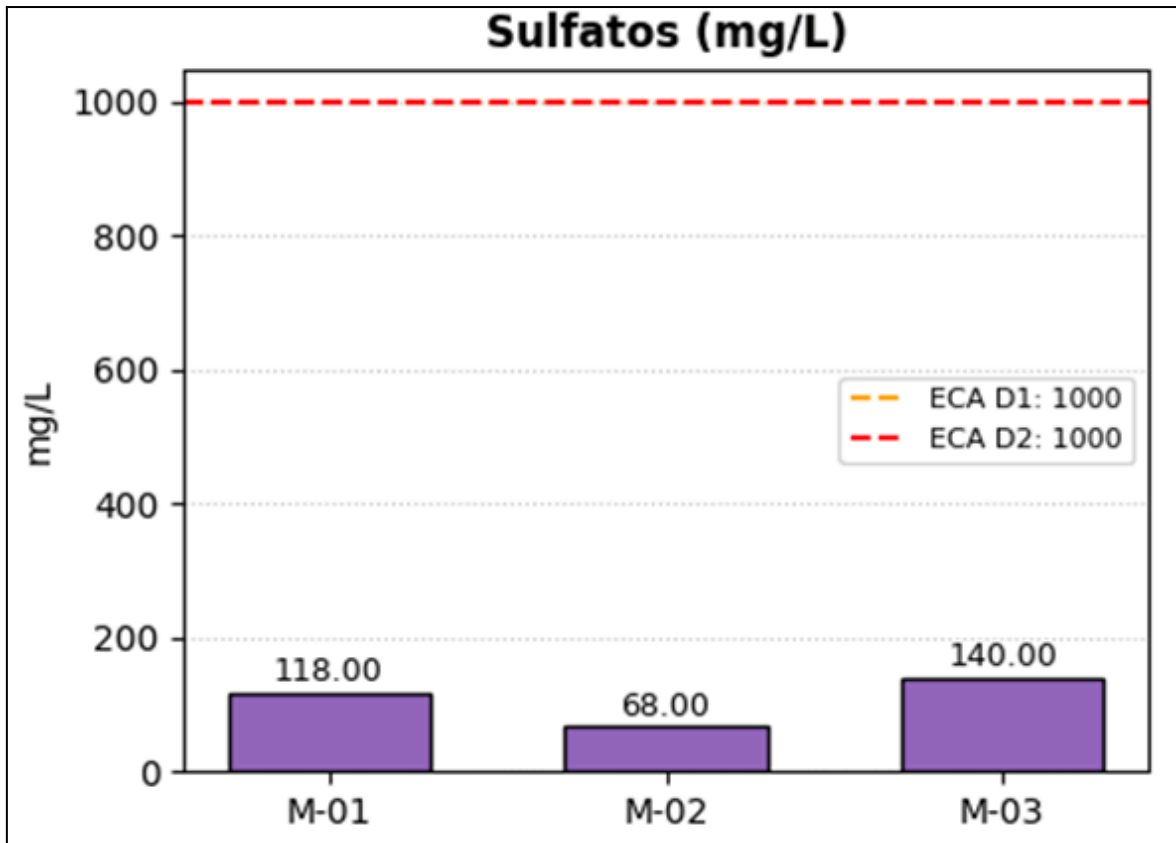


Figura 05: Concentraciones de sulfatos.

En la figura 05 las concentraciones de sulfatos fueron reducidas y se mantuvieron dentro de los valores de referencia, evidenciando la ausencia de descargas industriales o procesos de oxidación de minerales sulfurados en el área de estudio.

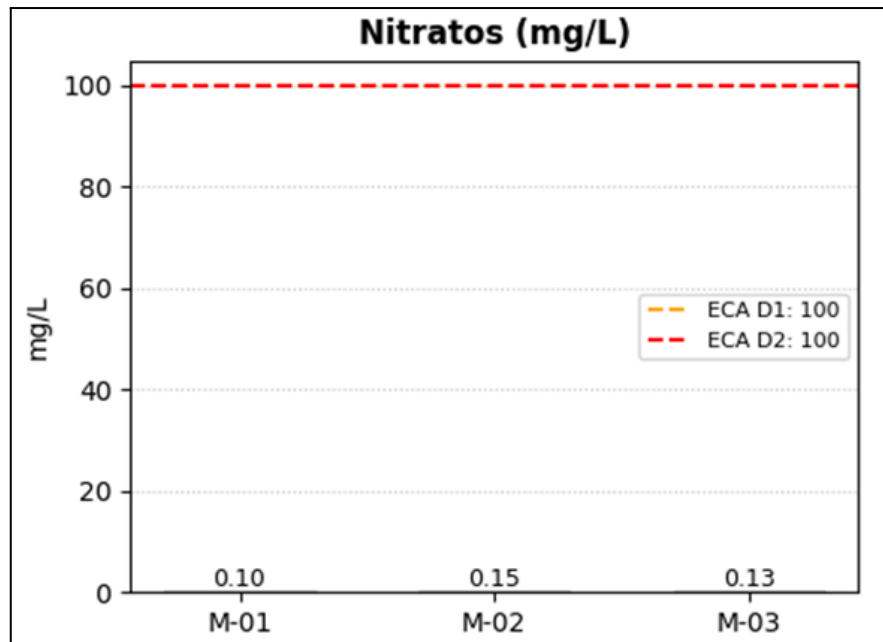


Figura 06: Concentración de nitratos.

En la figura 06 en cuanto a los nitratos, los resultados estuvieron muy por debajo del límite máximo de 100 mg/L fijado para la categoría de riego de vegetales. Este hallazgo indicó una baja presencia de compuestos nitrogenados, lo que sugiere que no hubo un aporte significativo de fertilizantes agrícolas ni de desechos orgánicos en el cauce del río.

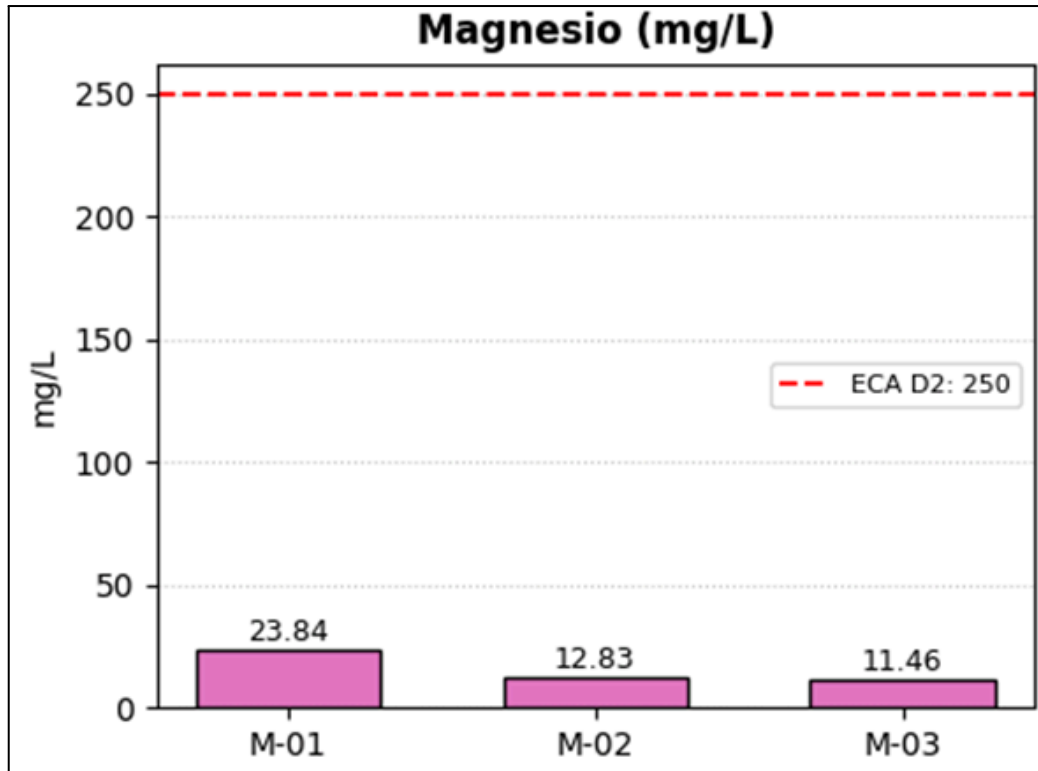


Figura 07: Concentración de calcio.

En la figura 07 el calcio y el magnesio, componentes responsables de la dureza, se mantuvieron en niveles naturales, sin exceder los valores comunes para aguas superficiales de montaña. Ambos elementos contribuyeron a la mineralización equilibrada del agua, sin representar riesgo de incrustaciones ni afectación en los cultivos o en la hidratación de los animales.

Estos hallazgos fueron coherentes con lo reportado por Yujra (2025), quien evaluó la calidad del agua del río Tambopata en la provincia de Sandia, obteniendo valores similares de pH (7.15 unidades), conductividad eléctrica (1.84 $\mu\text{S}/\text{cm}$), dureza total (22.34 mg/L) y sulfatos (37.52 mg/L), todos dentro de los límites permisibles. Al igual que en el río Tanana, el estudio de Yujra concluyó que las condiciones fisicoquímicas del agua eran apropiadas para el riego y la bebida de animales, lo que sugiere que ambos cuerpos hídricos comparten características de baja salinidad, neutralidad del pH y escasa carga contaminante debido a la limitada actividad industrial en sus cuencas.

De manera similar, los resultados del río Tanana coincidieron con los de Márquez (2024), quien en el río San Juan de Pillo (Huancavelica) registró valores de pH entre 7.42 y 7.70, conductividad entre 186 y 294 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y sólidos disueltos totales de 134 a 213 mg/L. Estos valores se asemejan a los obtenidos en el presente estudio, donde la conductividad varió entre 180 y 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los sólidos disueltos totales entre 0.072 y 0.088 g/L (equivalente a 72–88 mg/L). Ambos resultados mostraron que los ríos altoandinos, pese a estar expuestos a actividades agrícolas locales, mantuvieron un equilibrio natural entre los compuestos minerales y las condiciones físico-químicas, sin evidencias de procesos de eutrofización ni aportes contaminantes significativos.

Por el contrario, al comparar con el estudio de Fernández y Guardado (2021), realizado en el río Cabaña (Cuba), se observó una diferencia notable. En dicho río, los autores reportaron un deterioro progresivo de la calidad del agua desde la parte alta hacia la baja de la subcuenca, principalmente por la presencia de residuos industriales y domésticos. A diferencia de ese contexto, el río Tanana presentó valores estables y dentro de los estándares normativos, lo cual podría atribuirse a que la cuenca de Pomata no registra un desarrollo urbano ni industrial significativo, manteniendo condiciones ambientales favorables para la autodepuración natural del río.

Asimismo, los valores fisicoquímicos del Tanana fueron inferiores a los observados por Chucuya (2024), en el río llave, donde la conductividad alcanzó entre 635 y 677 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los sulfatos superaron los 120 mg/L. Estas diferencias se explican por la mayor carga orgánica y mineral presente en el río llave, que atraviesa zonas de intensa actividad agrícola y doméstica, mientras que el río Tanana fluye por un entorno rural de menor densidad poblacional y menor influencia antrópica.

Finalmente, al comparar con los resultados nacionales de Rodríguez (2021) y Juárez (2023)), se reafirmó que los valores de pH, temperatura y conductividad del río Tanana fueron representativos de aguas naturales de montaña, con escasa alteración química.

Rodríguez encontró valores similares en el río Chillón durante los meses de análisis, destacando la estabilidad del pH y la baja concentración de nitratos y cloruros. Por su parte, Juárez evidenció en el río Moquegua un incremento de contaminantes por vertimiento de residuos sólidos, situación que no se presentó en Pomata, donde el agua mantuvo una calidad óptima para el desarrollo agrícola y pecuario.

4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis Específica 1: "El nivel de concentración excede los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025"

Planteamiento de la Hipótesis del Objetivo Específico 1

Hipótesis Nula (H_0): El nivel de concentración no excede los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata – 2025.

Hipótesis Alterna (H_1): El nivel de concentración excede los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata – 2025.

Contrastación de Hipótesis del Objetivo Específico 1

De acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio, los valores correspondientes a los once parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, temperatura, dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio y magnesio) se encontraron dentro de los límites establecidos por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, Categoría 3 (subcategorías D1: riego de vegetales y D2: bebida de animales).

El pH se mantuvo en un rango neutro (7.37 a 7.75), reflejando equilibrio químico. La conductividad eléctrica varió entre 180 y 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valores muy inferiores a los límites normativos (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para D1 y 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para D2). Los sólidos disueltos totales

fueron menores a 0.1 g/L, y la temperatura promedio registrada (14.2 °C) fue característica de ríos altoandinos, sin representar alteraciones térmicas.

Por su parte, los demás parámetros de dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio y magnesio, se mantuvieron en concentraciones reducidas, sin evidenciar impactos derivados de actividades antrópicas o presencia de descargas contaminantes.

Con base en los resultados obtenidos y comparados con la Norma de Calidad Ambiental DS N° 004-2017-MINAM, se rechaza la hipótesis alternativa (H_1) y se acepta la hipótesis nula (H_0). Por lo tanto, se determinó que el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del río Tanana no excedió los valores establecidos en la normativa nacional y no representó riesgo fisicoquímico para los usos agrícolas o pecuarios en la comunidad de Lampa Chico.

4.3. NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL RÍO TANANA DE LA COMUNIDAD DE LAMPA CHICO DEL DISTRITO DE POMATA - 2025.

El análisis microbiológico del agua del río Tanana permitió determinar la presencia de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) como indicador principal de contaminación fecal. Los resultados obtenidos en los tres puntos de muestreo (M-01, M-02 y M-03) fueron menores a 3 NMP/100 mL, lo que evidenció una baja carga bacteriana y, por ende, una ausencia significativa de contaminación de origen fecal.

Tabla 04: Resultados de los parámetros microbiológicos comparados con los ECA

Parámetros Microbiológicos	Unidad	Resultados de análisis de laboratorio			ECA N°	Límites (según DS 004-2017-MINAM) Categoría 3	
		M - 01	M - 02	M - 03		D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Coliformes	NMP/10	<3	<3	<3	1000 -	1000	
Termotolerantes	0ml				2000		

Al comparar estos valores con los límites establecidos por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, para la Categoría 3 (D1: Riego de vegetales 1000 NMP/100 mL agua para riego no restringido a 2000 NMP/100 mL agua para riego restringido y D2: Bebida de animales 1000 NMP/100 mL), cuyo valor máximo permitido es 1000 NMP/100 mL, se observó que las concentraciones encontradas se ubicaron muy por debajo del estándar normativo. Este resultado indica que el agua del río Tanana presenta una excelente calidad microbiológica, sin evidencias de contaminación por aguas residuales domésticas o descargas de origen pecuario.

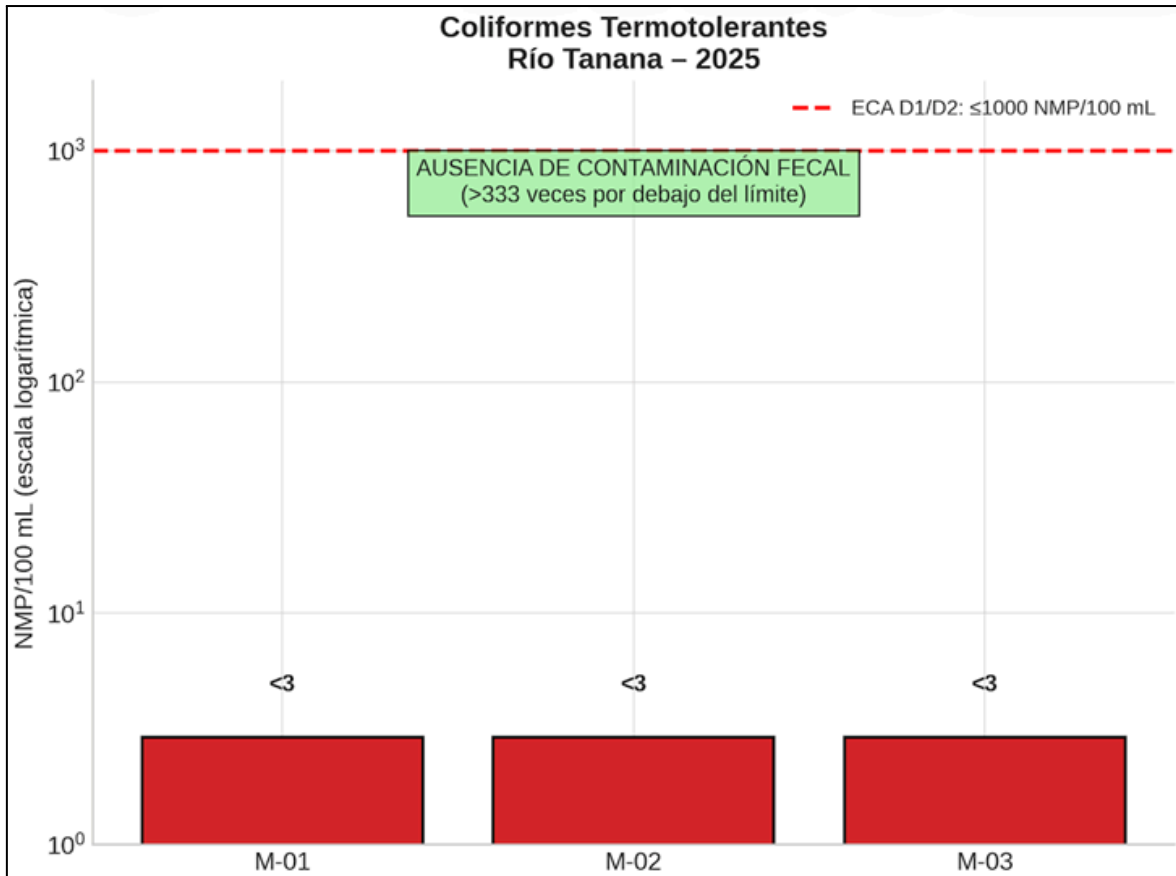


Figura 08: Concentración de coliformes termotolerantes.

En la figura 08 la baja presencia de coliformes termotolerantes podría atribuirse a que el río Tanana fluye por una zona rural y de baja densidad poblacional, con escasa actividad industrial y agrícola intensiva, factores que suelen ser fuentes comunes de contaminación microbiológica. Asimismo, la temperatura promedio de 14.2 °C registrada en los análisis fisicoquímicos favoreció la disminución de la proliferación bacteriana, debido a que los microorganismos indicadores suelen desarrollarse con mayor rapidez en ambientes cálidos.

En comparación con los resultados de Yujra (2025), quien evaluó la calidad del agua del río Tambopata en el distrito de San Pedro de Putina Punco, los hallazgos fueron coincidentes. En dicho estudio se reportaron coliformes totales de 5 UFC/100 mL y coliformes fecales de 0 UFC/100 mL, valores también muy por debajo del estándar ambiental. Al igual que en el río Tanana, se concluyó que el agua era apta para el riego

de vegetales y el consumo de animales, demostrando que ambos cuerpos hídricos altoandinos comparten características de baja intervención humana y buena capacidad natural de autodepuración.

Asimismo, los resultados obtenidos en el presente estudio fueron consistentes con los de Rodríguez (2021), quien analizó la calidad del agua del río Chillón, encontrando presencia de coliformes en la mayoría de las muestras. Sin embargo, en dicho caso las concentraciones fueron significativamente mayores debido a la influencia de vertimientos urbanos y agrícolas. A diferencia de ello, el río Tanana mantuvo niveles microbiológicos muy reducidos, lo cual puede explicarse por la ausencia de fuentes directas de contaminación doméstica o industrial en su entorno.

Por otro lado, los resultados difirieron de los reportados por Yujra (2025) en el río Moquegua, donde se evidenció una alta carga bacteriana asociada a la presencia de residuos sólidos y aguas residuales vertidas en el cauce. Esta diferencia se atribuyó a la mayor presión antrópica en el río Moquegua, en contraste con las condiciones rurales y menos urbanizadas de Pomata, donde la actividad agrícola es extensiva y controlada, reduciendo la probabilidad de contaminación fecal.

De manera similar, los resultados del río Tanana contrastaron con los de Chucuya (2024), quien reportó en el río llave concentraciones de coliformes totales entre 150 y 1200 NMP/100 mL, lo cual, aunque dentro de los límites normativos, reflejó un nivel de contaminación mayor al del presente estudio. El autor atribuyó esos valores al aporte de materia orgánica y descargas domésticas en las zonas de Jarani y Chijichaya. En cambio, el río Tanana presentó valores uniformes y mínimos, confirmando su mejor calidad microbiológica y un mayor equilibrio ecológico en su tramo de estudio.

4.3.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis Específica 2: "El nivel de concentración excede los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025"

Planteamiento de la Hipótesis del Objetivo Específico 2

Hipótesis Nula (H_0): El nivel de concentración no excede los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata – 2025.

Hipótesis Alterna (H_1): El nivel de concentración excede los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025.

Contrastación de Hipótesis del Objetivo Específico 2

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis microbiológico, los valores de coliformes termotolerantes en los tres puntos de muestreo (M-01, M-02 y M-03) fueron menores a 3 NMP/100 mL, cifras significativamente inferiores al límite máximo permitido de 1000 NMP/100 mL establecido por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, para la Categoría 3: riego de vegetales (D1) y bebida de animales (D2).

Estos resultados demostraron que el agua del río Tanana no presentó contaminación de origen fecal, manteniendo una calidad microbiológica excelente y una carga bacteriana prácticamente nula. Esta condición indicó la ausencia de vertimientos domésticos o ganaderos, y una baja influencia antrópica en la zona de estudio, lo cual permitió conservar el equilibrio ecológico y la pureza del recurso hídrico.

Con base en los resultados de los análisis y pruebas microbiológicas según DS N° 004-2017-MINAM, se rechaza la hipótesis alternativa (H_1) y se acepta la hipótesis nula (H_0).

Esto significó que el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del agua del río Tanana no excedió los valores establecidos por la normativa ambiental peruana, confirmando que el cuerpo de agua presentó condiciones sanitarias adecuadas y no

representó riesgo microbiológico para las actividades agrícolas y pecuarias desarrolladas en la comunidad de Lampa Chico.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Tanana cumplen con los estándares de calidad ambiental para la Categoría 3 (riego y bebida de animales), lo que refleja un bajo impacto antrópico en la zona. Sin embargo, la calidad del agua podría verse comprometida en el futuro si no se implementan medidas preventivas frente al crecimiento de actividades agrícolas, ganaderas o domésticas no controladas en la cuenca.

SEGUNDA: El estudio sobre los parámetros fisicoquímicos los resultados del análisis demostraron que los valores de pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, temperatura, dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos y nitratos se encuentran dentro de los límites establecidos por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM (Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales). Esto indica que el agua del río Tanana mantiene características adecuadas para su uso agrícola y pecuario, evidenciando una baja presencia de sales disueltas y un equilibrio químico natural propio de ríos altoandinos.

TERCERA: El análisis sobre los parámetros microbiológicos de coliformes termotolerantes mostró concentraciones inferiores a 3 NMP/100 mL en los tres puntos de muestreo, valor que se encuentra muy por debajo del límite máximo permitido (1000 NMP/100 mL). Esto demuestra que el agua del río Tanana presenta una calidad sanitaria aceptable, sin evidencias de contaminación fecal o bacteriana significativa.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda al Ministerio del Ambiente (MINAM) y las municipalidades locales implementar un sistema permanente de seguimiento para verificar la calidad del agua del río Tanana, con análisis periódicos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, especialmente durante las temporadas de lluvias y sequía.

SEGUNDA: La Gestión ambiental local promoverá la creación de comités de vigilancia ambiental comunal en Lampa Chico, en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua (ANA), y municipalidades locales para controlar los posibles vertimientos domésticos y agrícolas hacia el cauce del río. También se plantea fortalecer los mecanismos de control sobre las actividades urbanas y agrícolas, asegurando el cumplimiento de la normativa ambiental para proteger tanto el ecosistema como a la población que depende de este recurso.

TERCERA: Realizar una capacitación dirigida a la comunidad de Lampa Chico, con el propósito de desarrollar talleres de educación ambiental orientados a los pobladores y agricultores. Estos talleres deberán abordar temas clave como el uso responsable del agua, el manejo adecuado de residuos y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles que contribuyan a reducir la contaminación ambiental. De manera complementaria, se propone impulsar campañas informativas y de sensibilización dirigidas a la población local, con el fin de fomentar su participación activa en la protección del recurso hídrico y en el uso responsable del agua, garantizando así su preservación para las futuras generaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Agua, Seguridad Alimentaria y Agricultura. (2021). Recuperado 3 de agosto de 2025, de
Drupal website:
<https://www.ana.gob.pe/portal/gestion-del-conocimiento-girh/agua-y-seguridad-alimentaria>
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2010). Recuperado 3 de julio de 2025, de
<https://www.geoidep.gob.pe/autoridad-nacional-del-agua-ana>
- Calidad del agua | Request PDF. (s. f.). Recuperado 6 de julio de 2025, de
https://www.researchgate.net/publication/378208430_Calidad_del_agua
- Calizaya Jilaja, W. (2022). Evaluación de la calidad del agua del río Zapatilla para uso en riego de hortalizas en la zona de Pilcuyo, región Puno - 2021. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/403>.
- Choque Mestas, P. G. (2021). Determinación de las propiedades fisicoquímicas del manantial Uncuñani según la normativa vigente en la región Alto Huascar Puno en el año 2020.
- Chucuya Gutierrez, R. M. (2024). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica de Río llave en la jurisdicción de los Centros Poblados de Chijichaya y Jarani, pos producción de chuño blanco, Provincia de El Collao, Región Puno.*
- Cordova Robles, J. J., y Peña Palma, K. A. (2023). Evaluación de parámetros fisicoquímicos y biológicos de las Aguas Residuales domésticas de los vertimientos al río Huallaga en la zona urbana de Huariaca de la Provincia y Región Pasco-2023.
- Costa Rodriguez, C. P. (2021). Evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad de las aguas residuales del río Chillón de enero a junio de 2019. Fuente: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4126>.
- Barría y Serrano (2019). Calidad Física, Química y Microbiológica del Agua del río Santa

- María en la zona la victoria ingenio, veraguas, panamá. Centro: Revista Universitaria de Ciencias, 8(1), 174-194.
- Fernández-Rodríguez, M., y Guardado-Lacaba, R. M. (2021). Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37(1), 105-119.
- Gaitan, O. P. L., y Industrial, M. Características de los Parámetros Microbiológicos y Físicoquímicos de Plantas de Producción de Agua Desionizada Clase II en la Industria Cosmética.
- Gerónimo Mamani, W. (2021a). Determinación de la calidad fisicoquímica del agua de Aladino vi Mañaso – Puno 2020.
- Gerónimo Mamani, W. (2021b). Determinación de calidad fisicoquímica del agua en el manantial Aladino vi Mañazo – Puno 2020.
- Gomez Quispe, L. N. (2023). Contaminación del agua subterránea por lixiviados de residuos sólidos en el botadero municipal del distrito de Muñani, Puno – 2023.
- Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., Meseguer Pallares, R., ... Meseguer Pallares, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*.
- Huaccha Sanchez, J. S. (2021). Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del manantial NE-02 para su consumo humano del caserío Agua Blanca, distrito de Sorochuco, Cajamarca—2019.
- Inquilla Ccalla, C. (2020). Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas del río Coata, Puno—2018. *Universidad Nacional del Altiplano*.
- Jinez Mamani, Y. N. (2024a). Evaluación de la calidad del agua durante la elaboración de tunta en el río Zapatilla, sector Checca, Provincia de El Collao, 2023.

- Jinez Mamani, Y. N. (2024b). Evaluación de la calidad del agua durante la elaboración de tunta en el río Zapatilla, sector Checca, Provincia de El Collao, 2023.
- Juarez Chambilla, Y. K. (2023). Determinación de la calidad del agua del río Moquegua en el tramo de influencia de la Feria de la Chacra a la Olla—Moquegua, 2021.
- Larios- Meoño, J. F. (2017). Las Aguas Residuales y sus Consecuencias en el Perú | Sinia. Recuperado 3 de agosto de 2025, de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/las-aguas-residuales-sus-consecuencias-peru-0>
- Lligua Vicuña, K. D., y Soto Serrano, R. (2024). Evaluación de la calidad de agua del río Mantaro teniendo como afluente al río Yauli; Distrito La Oroya; Provincia de Yauli – 2023.
- Marín Villanueva, Z. Y. (2019). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano del distrito de Oxamarca—Celendín. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <https://doi.org/10/M32-T>
- Márquez, E. Y. C., Yupanqui, G. M. L., Torre, M. Y. C. D. L., Reyes, D. E. O., Hajar, J. B. P., y Roca, W. G. (2024). Evaluación de parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad de agua del río San Juan de Pillo, Tayacaja. En *Fondo Editorial UNAT*. Fondo Editorial UNAT. <https://doi.org/10.56224/ediunat.51>
- Nieto, N. (2011). La gestión del agua: Tensiones globales y latinoamericanas. *Política y cultura*, (36), 157-176.
- Paredes Livisi, K. O. (2023). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Choquechaca para el riego de vegetales y bebida de animales Distrito de Yunguyo, 2023. *Universidad Privada San Carlos*. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/582>
- Plannacionalrecursoshidricos2013.pdf*. (s. f.). Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursoshidricos2013.pdf>

- Rojas Deudor, O. M. (2018). Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas – Simón Bolívar – Pasco – 2018.
- Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., y Escobar, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172-181.
- Torriani, G. D. P. (2023). *Estudio prospectivo sobre el estrés hídrico y la inseguridad alimentaria en el Perú*.
- Yujra Añamuro, T. (2025). Calidad del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el Centro Poblado de San Ignacio del Distrito de San Pedro de Putina Punco—Sandía—Puno, 2024.




ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

TÍTULO: CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TANANA EN LA COMUNIDAD DE LAMPA CHICO DISTRITO DE POMATA - PUNO 2025

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
¿Cuál es la calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025?	Determinar la calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata- 2025	La calidad del agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico, no cumple con los estándares de calidad establecidos, en el distrito de Pomata - 2025.	Variable Independiente Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Indicadores Fisicoquímicos: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura del agua • pH del agua. • Conductividad eléctrica • oxígeno disuelto • nitratos • sólidos totales disueltos • Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO), DBO. Metales pesados: <ul style="list-style-type: none"> • plomo • cadmio • Arsénico • Cromo • Mercurio Microbiológicos: Coliformes Termotolerantes	ECA PARA AGUA DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales. Subcategoría D2: Bebida de animales. Laboratorio.	Diseño de investigación: No experimental de tipo descriptivo-transversal Población: Río Tanana
¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025?	Evaluar el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025	El nivel de concentración excede los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025	Variable Dependiente Calidad del agua del río			
¿Cuál es el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025?	Evaluar el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025	El nivel de concentración excede los parámetros microbiológicos del río Tanana de la comunidad de Lampa Chico del distrito de Pomata - 2025				

Anexo 02: Estándar de calidad ambiental (ECA) para agua

10	NORMAS LEGALES	Miércoles 7 de junio de 2017 /  El Peruano
<p>Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias</p> <p style="text-align: center;">DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM</p> <p style="text-align: center;">EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p> <p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;</p> <p>Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;</p> <p>Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;</p> <p>Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;</p> <p>Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;</p> <p>Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;</p> <p>Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,</p>	<p>publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;</p> <p>De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p> <p style="text-align: center;">DECRETA:</p> <p>Artículo 1.- Objeto de la norma La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.</p> <p>Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.</p> <p>Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:</p> <p style="text-align: center;">3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional</p> <p>a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente. - A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente. - A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente. <p>b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:</p>	

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

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

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

- Estuarios

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precísese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Nota:

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

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Niquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24

ORGÁNICO

Bifenilos Policlorados

Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04	0,045
------------------------------	------	------	-------

PLAGUICIDAS

Paralión	µg/L	35	35
----------	------	----	----

Organoclorados

Aldrin	µg/L	0,004	0,7
Clordano	µg/L	0,006	7
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001	30
Dieldrin	µg/L	0,5	0,5
Endosulfán	µg/L	0,01	0,01
Endrin	µg/L	0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	0,03
Lindano	µg/L	4	4

Carbamato

Aldicarb	µg/L	1	11
----------	------	---	----

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminthos	Huevo/L	1	1	**

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

(b): Después de filtración simple.

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


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

Nota 4:

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

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

Anexo 03: Informes de laboratorio



MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C

MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C
AGUAS – SUELOS – MINERALES Y OTROS.
CON EQUIPOS CALIBRADOS Y CERTIFICADOS POR
COMPARACIÓN DE TRAZABILIDAD DIRECTA DE INACAL.
RUC: 20612800741.

INFORME DE ENSAYO 0193/MQA
RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO DE AGUA.

PROCEDENCIA : COMUNIDAD LAMPA CHICO – POMATA - PUNO
INTERESADO : NORKA LOZA PANJERA
MOTIVO : ANALISIS FISICO – QUIMICO Y MICROBIOLÓGICO.
FECHA DE MUESTREO : 15/09/2025 (por el interesado)
FECHA DE ANALISIS : 17/09/2025

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Líquido
Color : Incoloro
Olor : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FISICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	M - 01	M - 02	M - 03	METODOLOGÍA
pH		7.44	7.37	7.75	Potenciómetro
C.E	mS/cm	0.20	0.18	0.22	Conductímetro
Temperatura (°C)	°C	14.20	14.20	14.20	Termómetro


CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Sólidos Disueltos Totales	g/l	0.08	0.072	0.088	Evaporación y pesaje
Dureza Total (como CaCO ₃)	mg/l	140.60	91.20	81.70	Titulación con EDTA
Alcalinidad (como CaHCO ₃)	mg/l	88.72	66.54	55.45	Titulación ácido-base
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/l	25.53	22.69	17.02	Titulación de Mohr
Sulfatos (como SO ₄ ⁻²)	mg/l	118.00	68.00	140.00	Espectrofotometría (Método de bario)
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/l	0.10	0.15	0.13	método colorimétrico
Calcio (como Ca ⁺⁺)	mg/l	16.72	15.20	13.68	Titulación con EDTA
Magnesio (como Mg ^{**})	mg/l	23.84	12.83	11.46	Titulación con EDTA


ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

Coliformes totales	NMP/100ml	23.00	9.20	15.00	APHA 9221B / EPA 1680
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<3	<3	<3	APHA 9222D / EPA 1603

INTERPRETACION:
 El agua analizada es en iones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.



Salomón Justo Morales Yucra
INGENIERO QUÍMICO
ANALISTA DE LABORATORIO



Benito Ferrnandez Lazo
RUC: 20612800741
GERENTE

Jr. Esmeralda N°193 URB - Villa Florida – a una cuadra del local Pérgola - Puno
 Cel. 973296546 – 983003185

Anexo 04: Panel fotográfico.



Figura 09: Se aprecia en la fotografía la toma de muestra en el punto I



Figura 10: Se puede observar en la fotografía la toma de muestra en el punto II



Figura 11: Se puede observar en la fotografía la toma de muestra en el punto III



Figura 12: Se puede ver el llevado de muestra al laboratorio