

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE  
PATALLANI, DISTRITO DE PAUCARCOLLA - PUNO 2024**

**PRESENTADA POR:**

**THALIA MACHACA CONDORI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO - PERÚ**

**2025**



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



8.14%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 13 JAN 2025, 9:08 AM

### Similarity report

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

● IDENTICAL  
1.62%

● CHANGED TEXT  
6.51%

## Report #24411073

THALIA MACHACA CONDORI // ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE PATALLANI, DISTRITO DE PAUCARCOLLA - PUNO 2024 RESUMEN

El presente estudio denominado “Análisis de la Calidad de Agua Potable en el sector de Patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024”,

fue realizado desde la captación hasta la última vivienda del sector de Patallani. 4

Los objetivos fueron analizar y comparar si el agua potable del

sector de Patallani cumple con los ECA establecidos en el D. 4 S. 004 - 2017

MINAM, para los parámetros físico químicos y microbiológicos. 4 El procedimiento

metodológico consistió en tomar muestras de agua en cuatro puntos: PM1

captación, PM2 reservorio, PM3 vivienda media, PM4 última vivienda. 4 Así mismo,

para las muestras físico químicas se utilizó el método de la NTP,

Standard Methods for the Examination of Water an Wastewater 14ht

edition -1975 20 h edition -2005 APHA AWWA WPPC, para los parámetros

microbiológicos se realizó mediante el método de número más probable

de coliformes (NMP) y recuento estándar en placa (Thatcher F. y Clarck D. Los

resultados para los parámetros físico químicos según el análisis

realizado nos indican que los valores tomados de todos los puntos

mencionados cumplen con los límites establecidos por el D.S. 004-2017

MINAN. Para los parámetros microbiológicos solo el reservorio PM2 cumple

con los límites permitidos para coliformes totales ( $\leq 50$  NMP/100 ml)

y bacterias heterotróficas ( $\leq 500$  UFC/ml), mientras que en la

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

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE  
PATALLANI, DISTRITO DE PAUCARCOLLA - PUNO 2024**

**PRESENTADA POR:**

**THALIA MACHACA CONDORI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

  
Dr. ESTEBAN SIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:

  
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
M.Sc. JOSÉ ELADIO NUÑEZ QUIROGA.

ASESOR DE TESIS

:

  
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

Área: Ingeniería, tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Líneas de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 20 de enero del 2025

## DEDICATORIA

### **A DIOS.**

Por haberme dado sabiduría y fuerza, guiándome en el trayecto de mi vida, por brindarme salud y bendición para alcanzar mis metas y estar conmigo en todo momento, por no desampararme y guiarme siempre por el buen camino.

### **A MI MADRE.**

(Regina Condori Pampa)

A mi valiente mamá. Esta tesis es el resultado de tu amor, apoyo y sacrificio en mi viaje educativo. Tus palabras de aliento, tu perseverancia y tu ejemplo constante han sido mi inspiración. Cada día que trabajaste incansablemente y cada vez que me brindaste tu cariño son tesoros que valoro profundamente. Esta tesis es un tributo a ti, a través de tus enseñanzas y cariño, has dejado una huella imborrable en mi vida, y mi éxito académico es un reflejo de tu inquebrantable dedicación. Te amo con todo mi corazón y esta tesis es mi modesta forma de agradecerte por todo lo que has hecho por mí.

### **A MI HERMANO**

(Ing. Abigael A. Machaca Condori)

Por ser mi mas grande admiración y ejemplo a seguir, por el apoyo que siempre me brindaste, por tus consejos, por la confianza que depositaste en mí, Este logro es un tributo a tu legado y a la eterna gratitud que siento en mi corazón.

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Privada San Carlos, por haberme permitido formarme como Ingeniero Ambiental, Agradezco a esta institución por brindarme la educación y las oportunidades que han moldeado mi futuro. Cada día en este campus ha sido una experiencia enriquecedora. Mi tiempo aquí ha sido un viaje de crecimiento y aprendizaje que siempre valoraré.
- A mi asesor de tesis, a la Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez, por sus consejos y acertadas recomendaciones, Mi más profundo agradecimiento, cuya orientación y sabiduría han sido invaluableles en cada etapa de este proyecto. Sus valiosos consejos y paciencia han sido fundamentales para mi crecimiento académico.
- A mis jurados de tesis: Dr. Esteban Isidro Leon Apaza, Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, M.SC. Jose Eladio Quiroga Nuñez, por el tiempo brindado y sus recomendaciones.
- A la Municipalidad Distrital de Paucarcolla por brindarme el apoyo requerido

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

### CAPÍTULO I

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

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA</b>	<b>12</b>
1.1.1. Problema general	13
1.1.2. Problema específico	13
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>13</b>
1.2.1. A nivel internacional	13
1.2.2. A nivel nacional	14
1.2.3. A nivel local	16
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivo específico	18

### CAPÍTULO II

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

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>19</b>
2.2.1. Marco referencial	19

2.2.2. Marco conceptual	22
2.2.3. Marco normativo.	24
<b>2.2. HIPÓTESIS</b>	<b>25</b>
2.2.1. Hipótesis general	25
2.2.2. Hipótesis específica	25

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>26</b>
<b>3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>27</b>
3.2.1. Población	27
3.2.2. Muestra	27
<b>3.3 METODOLOGÍA</b>	<b>27</b>
3.3.1. Métodos y materiales	27
3.3.2. Frecuencia de toma de muestras	29
3.3.3. Muestreo, preservación, conservación y envío de la muestra al laboratorio	29
<b>3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>31</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>32</b>
<b>3.6. MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>32</b>

### **CAPÍTULO IV**

#### **EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS**

<b>4.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA DE ACUERDO AL D.S. 004 - 2027 MINAM.</b>	<b>34</b>
4.1.1. Cloruros (Cl)	35
4.1.2. Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> )	37
4.1.3. Conductividad Eléctrica (CE)	38
4.1.4. Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	40
4.1.5. Potencial de hidrogeniones (pH)	42

4.1.6. Sólidos Disueltos Totales	44
4.1.7. Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	46
4.1.8. Turbidez	48
4.1.9. Temperatura	50
<b>4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN EL AGUA POTABLE DEL SECTOR DE PATALLANI - DISTRITO DE PAUCARCOLLA DE ACUERDO AL D.S. 004 - 2017 MINAM.</b>	<b>52</b>
4.2.1. Coliformes Totales	52
4.2.2 Bacterias Heterotróficas	55
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>62</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Operacionalización de variables	31
<b>Tabla 02:</b> Presencia de cloruro en el agua PM1 (captación), del Distrito de Paucarcolla.	35
<b>Tabla 03:</b> Alcalinidad en el agua del sector de Patallani, Distrito de paucarcolla - puno	37
<b>Tabla 04:</b> Conductividad eléctrica en el agua, octubre del año 2024 del sector de Patallani distrito de Paucarcolla - Puno.	39
<b>Tabla 05:</b> Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> ) en el agua, del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	40
<b>Tabla 06:</b> Potencial de hidrogeniones en el agua del sector de Patallani, Distrito Paucarcolla - Puno	42
<b>Tabla 07:</b> Sólidos disueltos totales en el agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	44
<b>Tabla 08:</b> Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) en el agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	46
<b>Tabla 09:</b> Turbidez en el agua en el sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	48
<b>Tabla 10:</b> Temperatura del agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	50
<b>Tabla 11:</b> Coliformes totales en el agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	52
<b>Tabla 12:</b> Bacterias heterotróficas en el agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Puntos de Muestreo	26
<b>Figura 02:</b> Concentración de cloruros en el agua en mg/l, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	35
<b>Figura 03:</b> Alcalinidad en el agua en mg/l, octubre del año 2024 sector de Patallani Distrito de paucarcolla - Puno	37
<b>Figura 04:</b> Conductividad en el agua en $\mu\text{S}/\text{cm}$ , octubre del año 2024, del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	38
<b>Figura 05:</b> Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ ) en el agua, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	40
<b>Figura 06:</b> Potencial de hidrogeniones pH en el agua, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	42
<b>Figura 07:</b> Sólidos disueltos totales en el agua mg/l, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno	44
<b>Figura 08:</b> Sulfatos ( $\text{SO}_4$ ) en el agua en mg/l, octubre del año 2024 en el sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	46
<b>Figura 09:</b> Turbidez en el agua en NTU, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	48
<b>Figura 10:</b> Temperatura en el agua en $^{\circ}\text{C}$ , octubre del año 2024, del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	50
<b>Figura 11:</b> Coliformes totales en el agua en NMP/100ml, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	52
<b>Figura 12:</b> Bacterias heterotróficas en el agua en ufc/ml, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de Consistencia	63
<b>Anexo 02:</b> Equipo multiparámetro	64
<b>Anexo 03:</b> Recojo de muestra de la captación PM1	64
<b>Anexo 04:</b> Rotulado de las muestras	65
<b>Anexo 05:</b> Llenado de la cadena de custodia	65
<b>Anexo 06:</b> Desinfección con agua destilada del equipo multiparámetro	66
<b>Anexo 07:</b> Análisis de muestra in situ, utilizando el equipo multiparámetro	66
<b>Anexo 08:</b> Límites Máximos Permisibles para el agua D.S. 004-2017 MINAM	67
<b>Anexo 09:</b> Límites Máximos Permisibles para el agua D.S. 004-2017 MINAM	68
<b>Anexo 10:</b> Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.	69
<b>Anexo 11:</b> Cadena de custodia	70
<b>Anexo 12:</b> Resultados de análisis físico químicos y microbiológico	71
<b>Anexo 13:</b> Parámetros físico químicos para el uso del agua- D.S 004-2017-MINAM.	72
<b>Anexo 14:</b> Parámetros Microbiológicos para uso del agua - D.S 004-2017-MINAM.	74

## RESUMEN

El presente estudio denominado “Análisis de la Calidad de Agua Potable en el sector de Patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024”, fue realizado desde la captación hasta la última vivienda del sector de Patallani. Los objetivos fueron analizar y comparar si el agua potable del sector de Patallani cumple con los ECA establecidos en el D.S. 004 - 2017 MINAM, para los parámetros físico químicos y microbiológicos. El procedimiento metodológico consistió en tomar muestras de agua en cuatro puntos: PM1 captación, PM2 reservorio, PM3 vivienda media, PM4 última vivienda. Así mismo, para las muestras físico químicas se utilizó el método de la NTP, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 14th edition -1975 20th edition -2005 APHA AWWA WPPC, para los parámetros microbiológicos se realizó mediante el método de número más probable de coliformes (NMP) y recuento estándar en placa (Thatcher F. y Clarck D. Los resultados para los parámetros físico químicos según el análisis realizado nos indican que los valores tomados de todos los puntos mencionados cumplen con los límites establecidos por el D.S. 004-2017 MINAM. Para los parámetros microbiológicos solo el reservorio PM2 cumple con los límites permitidos para coliformes totales ( $\leq 50$  NMP/100 ml) y bacterias heterotróficas ( $\leq 500$  UFC/ml), mientras que en la Captación, vivienda media y última vivienda (PM1, PM3 y PM4), superaron los límites microbiológicos establecidos, indicando contaminación en estos puntos. Así mismo se Concluye que los parámetros físico químicos cumplen con los límites establecidos en todos los puntos de muestreo a comparación de los parámetros microbiológicos Solo el reservorio cumple con los estándares microbiológicos establecidos por el D.S. 004-2017 MINAM La captación, vivienda media y última vivienda presentan niveles elevados de coliformes totales y bacterias heterotróficas.

**Palabras clave:** Análisis, Calidad, Estándares, Fisicoquímicos, Microbiológicos

## ABSTRACT

The present study, titled “Analysis of Drinking Water Quality in the Patallani Sector, District of Paucarcolla - Puno, 2024”, was conducted from the water catchment point to the last household in the Patallani sector. The objectives were to analyze and compare whether the drinking water in the Patallani sector complies with the Environmental Quality Standards (EQS) established in D.S. 004-2017 MINAM for physicochemical and microbiological parameters. The methodological procedure involved collecting water samples at four points: PM1 (catchment), PM2 (reservoir), PM3 (midpoint household), and PM4 (last household). For the physicochemical samples, the methods from the NTP and Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (14th edition, 1975; 20th edition, 2005 - APHA, AWWA, WPPC) were used. Microbiological parameters were analyzed using the Most Probable Number (MPN) method for total coliforms and the plate count method (Thatcher F. and Clark D.). The results for the physicochemical parameters indicate that the values from all sampling points comply with the limits established by D.S. 004-2017 MINAM. For microbiological parameters, only the reservoir (PM2) meets the permitted limits for total coliforms ( $\leq 50$  MPN/100 ml) and heterotrophic bacteria ( $\leq 500$  UFC/ml). In contrast, the catchment, midpoint household, and last household (PM1, PM3, and PM4) exceeded the established microbiological limits, indicating contamination at these points. In conclusion, the physicochemical parameters comply with the established limits at all sampling Points. However, in terms of microbiological parameters, only the reservoir meets the standards established by D.S. 004-2017 MINAM. The catchment, midpoint household, and last household present elevated levels of total coliforms and heterotrophic bacteria.

**Keywords:** Analysis, Quality, Standards, Physicochemical, Microbiological.

## INTRODUCCIÓN

El agua es una sustancia fundamental para la sociedad desde tiempos históricos debido a sus innumerables aplicaciones, que abarcan desde usos domésticos hasta la producción industrial en sí misma; además de sus beneficios para el desarrollo humano. Cabe señalar, que el agua es considerada como una sustancia de características por ser líquida, inodora, insípida; además de estar compuesta por una molécula de oxígeno y dos de hidrógeno (Real Academia Española, 2023).

La calidad del agua potable es un factor determinante para garantizar la salud pública y bienestar de las comunidades, principalmente en zonas rurales como el sector de Patallani, distrito de Paucarcolla - Puno. Esta región afronta desafíos que están relacionados con la gestión y tratamiento del agua debido a su ubicación geográfica y características socioeconómicas. Los estudios previos en Paucarcolla han revelado que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua comúnmente cumplen con los estándares establecidos por normativas nacionales, como el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (Ramirez Choquehuanca, 2019).

Asimismo, es indispensable la necesidad de una evaluación periódica que permita identificar las posibles fuentes de contaminación y así poder garantizar que el agua cumpla con los LMP en parámetros como la dureza pH, conductividad y la ausencia de coliformes totales y termotolerantes, los cuales son indicadores importantes de seguridad y calidad (Ministerio de Salud, 2010)

Este informe final de investigación está estructurado en cuatro capítulos. El primer capítulo aborda el planteamiento del problema, los antecedentes y los objetivos. El segundo capítulo desarrolla el marco teórico y la hipótesis. En el tercer capítulo se describe la metodología empleada, mientras que el cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos junto con su discusión. Finalmente, se incluyen las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.

## **CAPÍTULO I**

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

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

En la actualidad a nivel global la principal preocupación de los seres humanos es el adecuado abastecer del agua potable, a consecuencia de la contaminación del agua por distintos factores como: la tecnología, el uso de los productos químicos y el crecimiento poblacional, entre otros, a permitiendo que el agua pierda su pureza y que no se pueda ingerir; por otra parte el agua a través de la superficie, por el paso del suelo y por la contaminación del aire es contaminada a sí mismo se carga de materiales suspendidos y solución: (MP) material particulado de arcilla, organismos vivos, RRSS de vegetación, materias orgánicas, actividades agrícolas y ganaderas entre otros, los cuales perjudican gravemente para la salud, de tal manera que es necesario purificar para así poder tener una apropiada calidad de agua para consumo humano, analizando así mismo su naturaleza biológica, física y química.

Así mismo en Perú y el Departamento de Puno, la problemática con respecto al agua potable es inquietante, teniendo como factores principales la pobreza y el crecimiento poblacional demográfico, por ende la mala calidad del agua potable influye en el crecimiento de distintas afecciones y perjudicando a las urbes inermes, por otra parte es de vital importancia indicar que en los últimos años se ha acelerado la contaminación del agua, representando un problema en la salud pública, resaltando las necesidades básicas de la persona: salud, educación, electricidad, agua, alcantarillado y saneamiento, en el presente estudio se determinara el problema de abastecimiento del agua potable



teniendo en cuenta que no solo basta con ampliar la cobertura si no mejorando la sostenibilidad, una buena distribución y manejo adecuado del agua potable. La calidad de agua es indispensable para la salud del hombre de esta depende biodiversidad, la calidad de los alimentos y las actividades económicas, por lo tanto es un factor determinante de la pobreza y riqueza de un país.

Por otra parte, en el sector de patallani del Distrito de Paucarcolla y diferentes sectores aledaños existe escasa continuidad de los servicios, la falta de mantenimiento de infraestructura refleja así elevados índices de contaminación por diferentes factores como: la actividad agrícola y ganadera, residuos de vegetación, materia orgánica entre otros, así mismo las fuentes de los manantiales se ven contaminadas teniendo como resultado un gran porcentaje de adultos mayores y niños quienes son afectados por enfermedades como; dolor de estómago, fiebre, el cólera etc, lo cual esta problemática lleva a un conflicto social preocupante, es por ello que el departamento de Puno y sus diferentes distritos requiere las intervención de distintas instituciones públicas y privadas para la mejorar la calidad de agua potable y con ello la calidad de vida de la población, de tal manera es que se plantea las siguientes interrogantes:

#### **1.1.1. Problema general**

- ¿La calidad del agua potable del sector Patallani en el distrito de Paucarcolla - Puno 2024 cumplirá con el D.S. 004 – 2017 MINAM?

#### **1.1.2. Problema específico**

- ¿El agua potable en el sector de Patallani del distrito de Paucarcolla - Puno 2024 cumplan con el D.S. 004 - 2017 MINAM para los parámetros físico químicos?
- ¿El agua potable en el sector de Patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024 cumplirá con el D.S 004 - 2017 MINAM para los parámetros Microbiológicos?

### **1.2. ANTECEDENTES**

#### **1.2.1. A nivel internacional**

Anduro (2021) en su estudio manifiesta que el agua del pozo analizado presentó indicadores de contaminación de esencia microbiológica, así mismo los niveles del cloro



residual se encontraron ausentes como indicador y cuentan con el proceso de potabilización, por otra parte, la presencia de los coliformes fecales y totales fueron de 50.9 y 39% de las muestras analizadas indicándonos la aparición de escherichia coli.

Inga y Venegas (2017) determinaron la calidad del agua en las viviendas Leg Tabacay y Alto Oriente del barrio Bayas del cantón de Azogues. determinando los parámetros de pH, color, dureza total, turbidez, nitrato, sulfatos, conductividad, nitrito, cloro residual, alcalinidad y de tipo microbiológicos todos los coliformes y fecales. La prueba estadística para determinar fue a través de la varianza y prueba T student (significancia del 5%), así mismo los resultados fueron cotejados con la norma ecuatoriana INEN 1108-2014, INEN 1108-2006, NMX 44-093-SCFI-200 y la norma AYSA para alcalinidad, la parte de los parámetros microbiológicos como los coliformes totales si oscilan entre los rangos establecidos según la norma INEN 1108-2006 con el valor de <2 NMP/100 ml de agua.

Sanchez (2020) en su investigación manifiesta que en la localidad de Corral de piedra se tomaron las muestras de agua para consumo humano cuyos resultados dieron una elevada calidad de la caracterización de las aguas subterráneas identificadas como de naturaleza bicarbonatada y a la vez contiene calcio. así mismo su análisis estadístico de correlaciones permite equiparar un total de 25 significativas correlaciones los cuales fueron de mayor interés el bicarbonato, conductividad, nitrato y pH, por otra parte, se realizó análisis multivariantes de componentes principales donde se identificaron 5 componentes explicando la varianza de datos a nivel global con un 85,6%.

### **1.2.2. A nivel nacional**

Atencio (2018), realizó en su estudio el análisis de la calidad de agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad San Antonio de Rascas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región de Pasco - 2018. Tiene como objetivo analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo humano y percepción local de la población, tomando como referencia el DS N° 031 - 2010 - SA del Ministerio de Salud y el DS N° 004 - 2017 - MINAM, se tomo 2 muestras en el reservorio y el la pileta de una de las viviendas donde se determinó que el agua no es apto para dicho

consumo, ya que los parámetros de coliformes totales y fecales no cumplen según los LMP establecidos, así mismo, la percepción de la población se encuentra alborozada por la índole de agua que se les abastece y desconocen de la calidad del agua.

Ñahui (2023) en su tesis análisis de la calidad de agua para consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli Huancavelica - 2023. Teniendo como objetivo analizar la calidad de agua para consumo humano de los centros poblados de Yauli - Huancavelica de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para ellos tomó el DS N° 004 - 2017- MINAM. donde llegó a la conclusión que los puntos de muestreo analizados es apto para consumo humano del centro poblado de Izcamachay, mientras que el centro poblado de Villa Hermosa también está apta para consumo a diferencia de los microbiológicos, los coliformes totales llegaron a 55 y el LMP es de 50, los coliformes fecales llegaron a 30 siendo el LMP de 30 y el escherichia coli es adecuado según los Límite Máximo Permisible, por otra parte, en el centro poblado de Torreccacca los parámetros son aptos para su consumo, pero de igual manera se transformaron el análisis microbiológico los coliformes totales dieron 60 y el LMP es de 50, coliformes fecales 25 y su límite es de 20, mientras que el escherichia coli se encuentra dentro de los Límite Máximo Permisible y el centro poblado de Choca los parámetros se encuentran aptos para consumo.

Aguilar y Navarro (2018) según su estudio evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de LLañucancha del distrito y provincia de Abancay 2017. teniendo como objetivo determinar los parámetros Bacteriológico y fisicoquímicos, según la norma técnica N°031-2012-DIGESA y Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Método estadístico SPS, obteniendo los coliformes totales en la captación  $6.67 \pm 16.83$ , reservorio  $1.75 \pm 2.60$  y en pileta domiciliaria  $6.25 \pm 16.94$ . En los parámetros químicos el Cloruros  $74 \pm 15.6$ , Magnesio  $4.74 \pm 9.8$ , Calcio  $23.35 \pm 7.9$  y la dureza Total  $74.28 \pm 13.3$ , los bacteriológicos en la captación fue de  $18.67 \pm 28.05$ , reservorio  $18.08 \pm 13.51$  y la pileta domiciliaria  $29.08 \pm 24.6$ , en los parámetros físicos la alcalinidad  $73.68 \pm 10.3$ , Conductividad  $138.12 \pm 4.1$ , Temperatura  $17.43 \pm 8.2$  y el pH

$7.78 \pm 4.0$ , según la Norma Técnica N°031-2012-DIGESA se encuentran dentro de los valores normales. Por otra parte, los coliformes termotolerantes y totales el valor normal debe de ser  $<1$  UFC/ml, los cuales exceden muy encima de los LMP en cada componente del sistema por ende no son aptas para consumo.

### 1.2.3. A nivel local

Sandoval (2021) realizó el estudio del análisis de la calidad agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de moro Paucarcolla, Puno 2019. Teniendo como objetivo determinar la calidad de agua de los pozos tubulares en el centro poblado de moro paucarcolla. La metodología realizada en la investigación es descriptivo a través de la toma de las muestras de agua de 5 pozos considerando los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, teniendo como resultado la conductividad eléctrica de  $527.0 \mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^\circ$  de  $17.82^\circ\text{C}$ , sólidos disueltos totales de  $682.51 \text{ mg}/\text{l}$ . La turbidez del agua es de  $1.34 \text{ UNT}$ , pH  $7.62$  unidades, Los sulfatos  $43.65 \text{ mg}/\text{l}$ , Los nitratos  $37.47 \text{ mg}/\text{l}$ . La dureza total  $134.19 \text{ mg}/\text{l}$ , los cloruros  $289.35 \text{ mg}/\text{l}$ , coliformes totales con un resultado de  $109.60 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$  y los coliformes termotolerantes no se encontraron en las diferentes 5 muestras tomados en los pozos de agua.

Huarachi (2021) realizó el estudio de evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en la isla Ccapi los Uros del lago Titicaca - Puno. teniendo como objetivo evaluar la calidad de agua para consumo humano en la isla de Ccapi los uros del lago Titicaca, cuya metodología consistió en la toma de 06 muestras (parámetros químicos, biológico y físico), los cuales los resultados fueron; el pH  $8.3$ ,  $T^\circ$   $15.4^\circ\text{C}$ , Oxígeno Disuelto  $5.98 \text{ mg}/\text{L}$ , dureza  $383 \text{ mg}/\text{L}$ , Nitratos  $0,035 \text{ mg}/\text{L}$ , Sulfatos  $283 \text{ mg}/\text{L}$ , Cloruros  $289.00 \text{ mg}/\text{L}$ , TDS  $980 \text{ mg}/\text{L}$ , Turbiedad  $4.7 \text{ NTU}$ , Conductividad Eléctrica  $1532 \mu\text{S}/\text{cm}$ , Coliformes Fecales  $68 \text{ NMP}/100\text{ml}$  y Coliformes totales  $180 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ . Llegando a la conclusión no es apta para consumo humano el agua del lugar.

Alcca (2023) realizó el estudio calidad del agua para consumo humano de los manantiales quipata- totorpujo, plaza, estadio y Jjaquejihuata distrito de platería - Puno - 2022. Considerando 4 puntos para la toma de muestra, realizando así 43

parámetros: 5 microbiológicos y 38 físicoquímicos. Cumpliendo solamente 1 de los parámetros físicoquímicos y 0 con los microbiológicos. El manantial de Jjaquejihuata no cumple con 2 de los 43 parámetros como son: Arsénico (0.0012 mg/L) y el Escherichia coli (1.8 NMP/100 ml). Mientras que el manantial del estadio de Platería no cumple con 10 de los 43 parámetros siguientes: Escherichia coli (2 NMP/100 ml), Coliformes Totales (1300 NMP/100 ml), Demanda Química de Oxígeno (78.3 mg/L), Manganeseo (0.40652 mg/L), Hierro (0.806 mg/L), Arsénico (0.0181 mg/L), Amoniac- N (9.61 mg/L), Fósforo Total (1.15 mg/L), Oxígeno Disuelto (1.20 mg/L) y Temperatura (15.6 °C). El manantial de la Plaza de Armas no cumple con 5 de los 43 parámetros como son: Escherichia coli (2 NMP/100 ml), Coliformes Totales (1300 NMP/100 ml), Potencial de Hidrógeno (8.57), Fósforo Total (0.30 mg/L) y Oxígeno Disuelto (4.47 mg/L). El manantial de Quipata-Totorpujo no cumple con 3 de los 43 parámetros, como: Escherichia coli (1.8 NMP/100 ml), Coliformes Totales (1300 NMP/100 ml) y Oxígeno Disuelto (1.90 mg/L). Donde todos los resultados fueron comparados con el ECA - DS N° 004-2017-MINAM.

Contreras (2021) realizó la investigación calidad del agua para consumo humano en los manantiales en la parcialidad de jiscullaya - el Collao - Puno. cuya finalidad del estudio es analizar la calidad del agua para consumo humano en los manantiales para así mejorar las condiciones de salud en los pobladores de la parcialidad de Jiscullaya del distrito de Ilave. Considerando una muestra representativa donde se determino 14 parámetros de las cuales los parámetros bacteriológicos y físicoquímicos están dentro de los LMP para consumo a diferencia de los coliformes totales, así mismo, la posta de salud siraya manifiesta que las principales enfermedades es la parasitosis, seguidamente de la diarrea y los problemas estomacales y que estas provienen de origen hídrico.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Analizar la calidad del agua potable en el sector de Patallani del distrito de Paucarcolla - Puno 2024 bajo el D.S. 004 – 2017 MINAM.

### **1.3.2. Objetivo específico**

- Determinar las características físico - químicas del agua potable del sector de Patallani del distrito de Paucarcolla - Puno 2024 de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM.
- Determinar las características microbiológicas en el agua potable del sector de Patallani del distrito de Paucarcolla - Puno 2024 de acuerdo al D.S. 004 – 2017 MINAM.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.2.1. Marco referencial

###### 2.2.1.1 El agua

García et al. (2016) es uno de los compuestos con propiedades singulares, de gran significancia para la existencia, con más abundancia en el planeta y determinante en los procesos químicos, microbiológicos y físicos en los que gobierna el medio ambiente.

Es un recurso muy valioso el agua y a la vez escasos que tiene el ser humano en su entorno y nuestro país no es una excepción, en las cuales muchas personas se han visto obligadas a digerir de lugares con pésimas condiciones y calidad de agua provocando enfermedades, el abastecimiento de agua potables es una prioridad y derecho que tenemos los humanos fundamentalmente (MINSa, 2011).

Asimismo (Jimenez, Valiente, Ponce, Lopez & Villerepeste, 2010) se encuentra en concordancia con Shiklomanov (1993), indicando de que los recursos renovables que los seres humanos explotan día a día en la actualidad se acelerarán de manera efectiva, por lo tanto estos tienden a modificarse en recursos no renovables con la consiguiente transformación del ciclo natural mencionado por (Jimenez et al., 2010) a pesar de que el agua dulce es permutable.

###### 2.2.1.2 Agua de consumo humano

Es definida como cualquier agua en estado natural y/o luego de su tratamiento, aprovechada para: fines domésticos, productos de higiene personal, preparación de alimentos, cocinar, beber, entre otros. Ya sea abastecida mediante una red de distribución



privada o pública, mediante el camión cisterna o depósitos privados o públicos a los consumidores (Asturias, 2016).

Por otra parte, este D.S regula asimismo el uso de sustancias físicas, químicas, biológicas y elementos que se encuentren dentro del agua como receptores y constituyentes en los ecosistemas acuáticos, para que estos no perjudiquen a la salud, medio ambiente y habitar el nivel de concentración. (Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM)

#### 2.2.1.3 Calidad microbiológica del agua

La presencia microbiológica del análisis de la calidad del agua superficial o subsuelo, se debe determinar en un laboratorio para así poder identificar la existencia y la carga bacteriana. de ser positivo y/o afirmativo nos indica que habría contaminación orgánica, los indicadores serían los termotolerantes y coliformes totales de las cuales, deberían estar ausentes en la muestra de agua. así mismo pueda que existan otros microorganismos cuya presencia puede ser perjudicial para la salud de las personas que la ingieren (Gonzales, 2012).

Así mismo los coliformes son pertenecientes a las bacterias y reconocidas por el método de la contribución de sus estructuras, denominándose así Gram negativos a la misma vez estos pueden ser anaerobios o aerobios facultativos, para así identificarlas mediante la fermentación de la lactosa cuando son incubados a una temperatura de 35 °C por 48 horas y los principales microorganismos como el Klebsiella, Escherichia y el enterobacter. Estas son halladas también dentro del ser humano siendo indicadores de la contaminación antrópica, así mismo, pueden hallarse huevos de parásitos lo cual se debe considerar (Cutimbo, 2012).

#### 2.2.1.4 Abastecimiento del agua potable del distrito de Paucarcolla y sectores

El abastecimiento de los sectores y del distrito de paucarcolla es un conjunto de componentes hidráulicos mediante un sistema con gravedad y/o instalaciones físicas los cuales son accionadas por procesos administrativos y operativos con los equipos necesarios para el abastecimiento, desde la captación , reservorio y conexión domiciliaria

según la norma que establece el Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento; y servicios especiales que no se adaptan mediante camiones cisterna u otras alternativas (MINSA, 2005).

El abastecimiento del agua para los sectores de Distrito de Paucarcolla deben contar con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como se detalla en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

#### 2.2.1.5 Parámetros físicos del agua

- a) **Temperatura (T):** Normalmente tiene una  $T^{\circ}$  promedio anual, a medida que se profundiza  $1^{\circ}\text{C}$  cada 33 metros el agua subterránea y la  $T^{\circ}$  afecta la viscosidad y capacidad para absorber el gas. (Ley de los Recursos Hídricos, 2019)
- b) **Turbidez:** Viene hacer la dificultad del agua para transmitir la luz, midiendo (ppm) de  $\text{SiO}_2$ , el agua llamada también clara tiene menos de 1,42 de  $\text{SiO}_2$  viéndose el espesor de 4 metros hasta 2,85 ppm  $\text{SiO}_2$ , denominada Opalina, ligeramente turbio de 6.25 hasta 9 muy turbio por encima de 9 ppm para las aguas subterráneas y su valor es menor de 1 ppm. (Samboni, 2007)
- c) **Conductividad eléctrica (CE):** Es la capacidad de una disolución acuosa para transmitir la electricidad, la resistividad es recíproco y es considerada por que aumenta en paralelo con el sal. La conductividad se incrementa con los electrolitos disueltos entre los 100-2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el agua subterránea y dulce alrededor de 45000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con una  $T^{\circ}$  de  $18^{\circ}\text{C}$  en el mar. (Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, 2016)
- d) **Sólidos disueltos totales (SDT):** Los SDT es una medida de la materia que no se puede eliminar con procedimientos convencionales, básicamente es la suma de todo los metales, sales y minerales disueltos disueltos en el agua y también es un indicador de la calidad del agua para consumo humano, se encuentra clasificado como contaminante según la USEPA. la población que no está acostumbrada a consumir el agua con alto contenido de SDT presentará hinchazón gastrointestinal. (Brousett-Minaya et al., 2018)



#### 2.2.1.6 Parámetros químicos del agua:

- a) **pH:** Es una propiedad que determina las reacciones químicas y biológicas, cuando su valor aumenta puede causar la muerte y altera drásticamente la flora y fauna en el medio ambiente afectando cambios en la solubilidad y el metabolismo de los nutrientes del entorno. (Aguilar & Navarro, 2018)
- b) **Dureza total:** La dureza total se da por los cationes polivalente en especial  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . (Odicio & Soplin, 2021)
- c) **Sulfatos:** Proveniente de la oxidación estable del azufre, diluyéndose fácilmente con el agua, así mismo, cuando lo disolvemos se reduce el sulfito y se volatiliza a la atmósfera como ácido sulfhídrico. (Mondaca, 2013)
- d) **Cloruros:** El agua tiene concentraciones muy diferentes de cloruro a diferencia del manantial que tiene concentraciones bajas de cloruro, por otra parte, los ríos y aguas subterráneas tienen cantidades considerables, pero el mar contiene mayor cantidad de cloruro. La cantidad idónea es de 2.000 mg/L para uso doméstico y sea idóneo para el ser humano. (Trujillo, 2016)

#### 2.2.1.7 Parámetros de calidad bacteriológica del agua

- a) **Coliformes:** Familia de organismos bacteriológicos, así mismo tiene una distribución cosmopolita y se utiliza como indicador estándar por la contaminación y descomposición de desechos orgánicos, por lo tanto el agua puede contaminarse de distintas formas. (Mendoza, 2011)
- b) **Coliformes fecales:** Proviene de heces fecales del grupo de coliformes de naturaleza Gram negativa, así mismo tiene la capacidad de producir ácidos, gases, fermentar la lactosa cuando se incuba a una  $T^{\circ}$  de  $44^{\circ}\text{C}$  por 24 horas teniendo como indicador directo la contaminación fecal de género escherichia, encontrándose estas en aguas negras o aguas servidas de origen domiciliario. (Esparza, 2005)

### 2.2.2. Marco conceptual

#### 2.2.2.1 Agua en estado natural

Conocida incluso como agua cruda, lo cual se encuentra en nuestro entorno ya sea en (océanos, lluvias, aguas superficiales y subterráneas), de las cuales no se modificaron y tuvieron un tratamiento. (Laura, 2019)

#### 2.2.2.2 Agua tratada

Llamada también agua potable de los cuales las propiedades físico, químicos y biológicas han sido cambiadas para su provecho. (Pradillo, 2016)

#### 2.2.2.3 Agua para consumo humano

Es el agua apta para el consumo y de uso doméstico cotidiano de las personas, así mismo, para oseo y/o higiene personal.

#### 2.2.2.4 Agua

Es un elemento que pasó por procesos y que, por reunir los requisitos organolépticos, microbiológicos, físico y químicas, estas pueden ser consumidas sin ocasionar efectos adversos para la salud.

#### 2.2.2.5 Calidad biológica del agua

Es uno de los criterios para determinar la calidad del agua, así mismo la clase y número de bacterias presentes, los procedimientos que se utilizan están definidos para hallar el grado de contaminación del agua que se genera a raíz de los residuos de origen animal o antropogénico.

#### 2.2.2.6 Calidad bacteriológica del agua

Es el agua para consumo humano y así mismo también para usos domésticos el cual no se debe encontrar patógenos. Este es el indicador bacteriano más numeroso y específico de la contaminación fecal, tanto de origen animal y humano, durante la distribución la calidad bacteriológica del agua puede menoscabar. En el agua no tratada o contaminada luego de salir de la planta de tratamiento se pueden encontrar bacterias variadas de *Escherichia coli*, en las cuales se hayan desarrollado en los sedimentos o en los materiales inapropiados que se encuentren en contacto con el agua.

#### 2.2.2.7 Límite máximo permisible (LMP)

Son aquellos valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

### 2.2.3. Marco normativo.

- Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030 Decreto Supremo N° 023-2021-MINAM.
- R.J. N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- Ley de los Recursos Hídricos: Ley N° 29338.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.
- Decreto Supremo N° 031-2010-SA, Calidad del Agua para Consumo Humano.

En el Perú se encuentra normado la calidad de agua por el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Salud, la normativa establece los ECA que son especificados en el art. 33° numeral 1 de la ley N° 28611 (Concordancias: D.S. N° 44 – 98 – PCM – Reglamento Nacional para la Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles). ahí se establecen los ECA y LMP para los sectores involucrados.

considerando 3 categorías equivalente a la clasificación que menciona la ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos y son las siguientes:

**Categoría A:** considera a aquellas aguas subterráneas destinadas para el consumo humano, se tiene las siguientes subcategorías:

**A1:** Aguas que puede ser potabilizadas con Desinfección (también en concordancia a lo fijado en la Ley 29338, Art 36 agua para uso primario)

**A2:** Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Convencional o Avanzado. (Aplicable lo fijado en la Ley 29338, Art 39 agua para uso poblacional).

Se tiene a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, dadas en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

acerca de la normatividad vigente para el agua de consumo humano, se tiene al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA)

publicado en el 2011, en la cual el MINSA señala los LMP tanto en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se encuentran vigentes actualmente.

## **2.2. HIPÓTESIS**

### **2.2.1. Hipótesis general**

- La calidad del agua potable en el sector de Patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024, no cumple con el D.S. 004 – 2017 MINAM.

### **2.2.2. Hipótesis específica**

- Las características físico - químicas del agua potable del sector de Patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024 superan según el D.S. 004 – 2017 MINAM.
- Las características microbiológicas del agua potable del sector de Patallani del distrito de Paucarcolla - Puno 2024 superan según el D.S. 004 – 2017 MINAM.

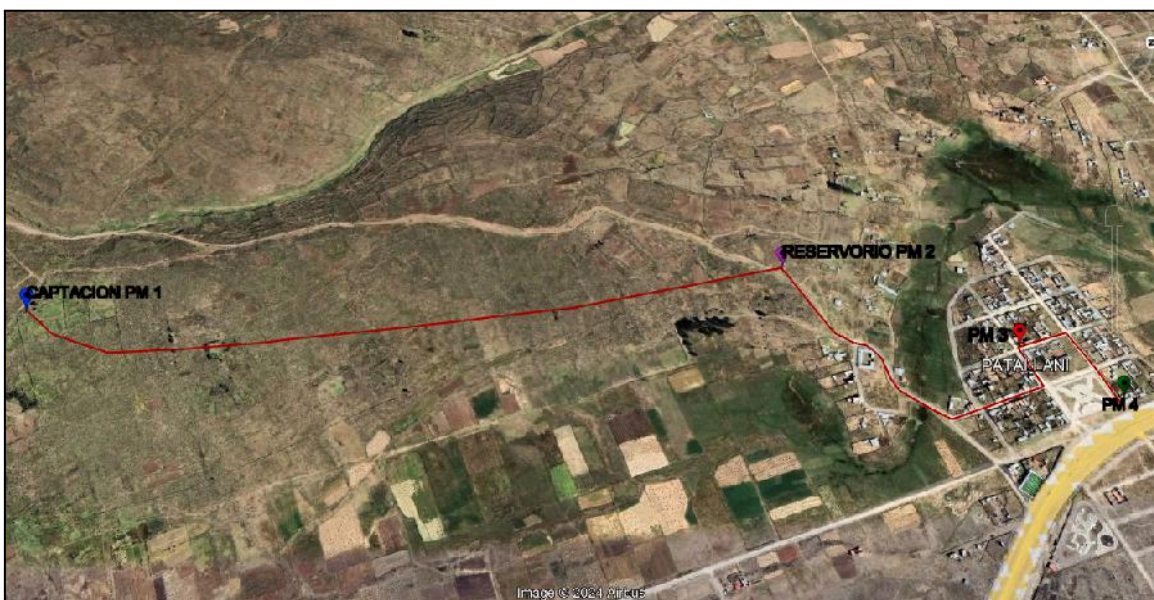
## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

Dicho estudio se realizó en el sector de Patallani, distrito de Paucarcolla provincia de Puno, departamento de Puno, que se encuentra al norte de la ciudad de Puno, 12 km a 3845 m.s.n.m. distribuido en distintos sectores y comunidades, el estudio se realizará desde la captación, reservorio, vivienda media y última vivienda donde se tomará las muestras correspondientes, dándonos un total de cuatro puntos de muestreo.

Así mismo se tomará las coordenadas de los diferentes puntos de muestreo PM1 (captación), PM2 (reservorio) PM3 (vivienda media) y PM4 (última vivienda). Lo cual nos permitirá la ubicación exacta y nos facilitará en el proceso de investigación.



**Figura 01:** Puntos de Muestreo

**Fuente:** Google Earth



## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. Población**

### **3.2.2. Muestra**

La investigación que se realizó se encuentra ubicada en el sector de Patallani del distrito de Paucarcolla de la Provincia y departamento de Puno. El criterio a tomar para analizar la población es mediante la ruta del abastecimiento de agua desde la captación Jucuchani (mamacocho) hasta el reservorio abasteciendo al sector de Patallani.

Las muestras serán tomadas en la captación PM1, reservorio PM2, vivienda media PM3 y última vivienda PM4. Las muestras serán tomadas en el mes de octubre de los cuales se tomarán 1 muestra por cada punto para determinar los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos.

## **3.3 METODOLOGÍA**

### **3.3.1. Métodos y materiales**

#### **3.3.1.1 Tipo de estudio**

El tipo de investigación es no experimental, por la que no se modificará la realidad y se tomará la muestra y no se manipulara.

#### **3.3.1.2 Diseño de investigación**

El diseño del estudio corresponde al diseño descriptivo no experimental, ya que se descubren los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las muestras de agua que se recolectarán.

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

##### **3.3.1.3.1 Técnicas**

La técnica que se aplicará para la recolección de los datos será mediante la toma de muestras de manera manual e in situ de cada punto de muestra, para luego ser analizada en el laboratorio de ecología acuática la facultad de ciencias biológicas - UNA PUNO

El tipo de muestras que se utilizará será instantáneo e integrado. Instantánea porque la muestra representará las condiciones del agua en el momento en que se recolecta, e integrada por que se tomarán muestras en diferentes puntos. (Sierra, 2011)

La clase de muestreo será de manera manual, porque tiene como ventaja que al recolectar la muestra podemos tomar nota de cualquier característica especial de la muestra o corregir inmediatamente fallas que se puedan presentar. (Sierra, 2011)

Considerando que el agua es un fluido integral, las muestras se tomaron de la siguiente manera: in-situ, en el punto de captación PM1 (Punto de Muestreo N° 1); luego en el reservorio PM2 (Punto de Muestreo N° 2); también se tomará en la vivienda media del sector entre el reservorio y última vivienda PM3 (Punto de Muestreo N° 3) y por último en la última vivienda del sector de patallani PM4 (punto de muestreo N°4), la toma de muestra se realizará por única vez entre el mes de octubre del presente año 2024.

#### 3.3.1.3.2. Instrumentos

- Autoridad Nacional del Agua 2011 - Protocolo Nacional de la calidad de los recursos hídricos.
- D.S. N° 004-2017-MINAM - Estándares de Calidad Ambiental para el agua.

### DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS

#### **Para el objetivo específico 1:**

##### **Parámetros físico químicos - inorgánicos**

Las muestras se tomarán en frascos de vidrio y directamente del agua. Se abra el frasco y se llenara las muestras de agua en una profundidad de 20 a 30 cm; una vez lleno el frasco, se colocará la etiqueta rotulada con hora, fecha y lugar, así mismo se llenará la cadena de custodia hasta que las muestras de agua lleguen a los laboratorios correspondientes en todo momento y se evitará tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca, la T° y pH se tomara in situ en el momento de la toma de muestra en los puntos PM1, PM2, PM3 y PM4.

#### **Para el objetivo específico 2:**

##### **Parámetros microbiológicos**

Se realizará con el método de número más probable de coliformes y recuenta estándar en placa, que es la más eficaz y certera para así evaluar coliformes totales y fecales, asimismo, estos parámetros requerirán de frascos de vidrio esterilizados, para luego ser

llevados hasta el lugar de muestreo en las mejores condiciones de higiene. Se llenará la muestra de agua dejando  $\frac{3}{4}$  de espacio en la botella para la aireación y así evitar la mortandad de bacterias para luego ser transportados al laboratorio cerrado en un cooler.

### **3.3.2. Frecuencia de toma de muestras**

El procedimiento se seguirá durante la investigación y la ejecución de toma de muestras será por el periodo del mes de octubre.

#### **3.3.2.1 Registro de datos de campo**

Se registrará todos los datos, apellidos y nombres del responsable de la toma de muestras, código, procedencia de la fuente y/o origen, la descripción y definida del punto, fecha y hora, la localidad, Distrito, Provincia y Departamento, volumen, coordenadas, condiciones climáticas y observaciones que se encontraran en el punto de muestreo y firma del responsable.

### **3.3.3. Muestreo, preservación, conservación y envío de la muestra al laboratorio**

Para una correcta manipulación y obtención de las muestras se seguirá la recomendaciones del Protocolo Nacional de la calidad de los recursos hídricos – Autoridad Nacional del Agua 2011.

#### **3.3.3.1 Trabajos de pre campo**

Se hará un check list de los materiales a llevar a campo para un correcta toma de muestra. Se preparará con anticipación los materiales de laboratorio, coordinar la movilidad para el transporte, formatos de campo, equipos portátiles, mapa de los puntos a muestrear y Gps.

#### **3.3.3.2 Trabajo de campo**

En cada punto de muestreo se realizará los siguientes pasos:

- Se apuntarán las coordenadas por cada punto a muestrear.
- Se preparan los frascos para la toma de muestras según parámetros a evaluar.
- Se rotulará el frasco según el parámetro a evaluar.
- Para el traslado de los frascos se utilizará un cooler para evitar la contaminación.



- El almacenamiento de las muestras serán en un recipiente térmico - cooler, forma vertical evitando así el rompimiento.
- Se apuntará la cadena de custodia con la información recogida por cada punto de muestra.
- Al finalizar la toma de muestra se transporta al laboratorio para su análisis.

#### 3.3.3.3 Toma de muestra por parámetros

Las muestras de agua se recogerán en frascos de vidrio y se tomará 1 muestras de (c/u) de los puntos establecidos PM1, PM2, PM3 y PM4 en el sistema de abastecimiento de agua potable del sector de Patallani distrito de Paucarcolla - Puno, por unica vez en el mes de octubre. Asimismo, se tomará 1000 ml de agua para el análisis fisicoquímico y 750 ml de agua para los microbiológicos.

#### **Conservación y envíos de la muestras de agua**

- Las muestras se conservarán en cajas térmicas (Coolers) a temperatura de 4 °C.
- Los recipientes de vidrio serán embalados con sumo cuidado para evitar derrames y roturas.
- Para las muestras de análisis físico químicos y microbiológicos se entregarán al laboratorio de ecología acuática de la facultad de ciencias biológicas UNA- Puno en un tiempo de 2 horas de realizado el muestreo en campo.
- Para su ingreso al laboratorio de análisis de las muestras estuvieron acompañadas de la Cadena de Custodia.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 01:** Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDADES
VARIABLE INDEPENDIENTE parámetros físico- químico	Análisis físico	- Color	- Organolépti
		- Turbiedad	co
		- T°	- NTU
			- μS/cm
			- °C
	Análisis químico	- pH	- Ph
		- Dureza	- mg-1
		- Alcalinidad	- mg-1
		- Sulfitos	- mg-1
		- Cloruros	- mg-1
		- Potencial Redox	- V
		- Sólidos totales	- mg-1
		- Disueltos	- mg-1
		- Salinidad conductividad	
Análisis bacteriológico	- Coliformes termo tolerantes	- Ufc/ml	
	- Bacterias heterotróficas	- Ufc/ml	
VARIABLE DEPENDIENTE Calidad del agua	Apta para consumo humano	- Bueno	- Recomendable
	No apta para consumo humano	- Aceptable	ble
		- Malo	- No recomendable

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

El presente estudio según las características se realizará por el análisis estadístico descriptivo comparativo de tipo exploratorio según los datos a obtener e identificar los problemas que se presentará durante la investigación.

El estudio estará regido bajo el D.S. 004 – 2017 - MINAM, donde nos indica los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias.

- Categoría 1: Población y recreacional.
- Sub categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

### 3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

Para llevar a cabo una toma de muestras de manera efectiva, se realizó con anticipación los materiales de trabajo en campo, cadena de custodia, formatos (fichas de registro de campo). Asimismo, se contó con los materiales y equipos de muestreo operativos debidamente calibrados.

#### a. Materiales

- zapatos de seguridad
- casco
- bata
- guantes quirúrgicos (descartables)
- tablero
- fichas de registro de campo
- etiquetas para el rotulado de frascos
- lapicero, plumón tinta indeleble
- cadena de custodia
- cuerda de 20 cm
- balde de plástico transparente
- cinta adhesiva

- 4 frascos esterilizados de 1000 ml. (muestreo físico químico)
- 4 frascos esterilizados de 1000 ml. (muestreo microbiológico)
- cooler grande
- hielo

**b. Equipos**

- GPS
- multiparámetro (QUALITY METER AZ - 86031)
- cámara fotográfica

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS

#### **4.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PAUCARCOLLA DE ACUERDO AL D.S. 004 - 2027 MINAM.**

Los resultados obtenidos al tomar muestras de agua directamente en el lugar y al analizarlas en el laboratorio se describen a continuación para cada uno de los parámetros evaluados.

PM1: captación

PM2: reservorio

PM3: vivienda media

PM4: última vivienda

#### 4.1.1. Cloruros (Cl)

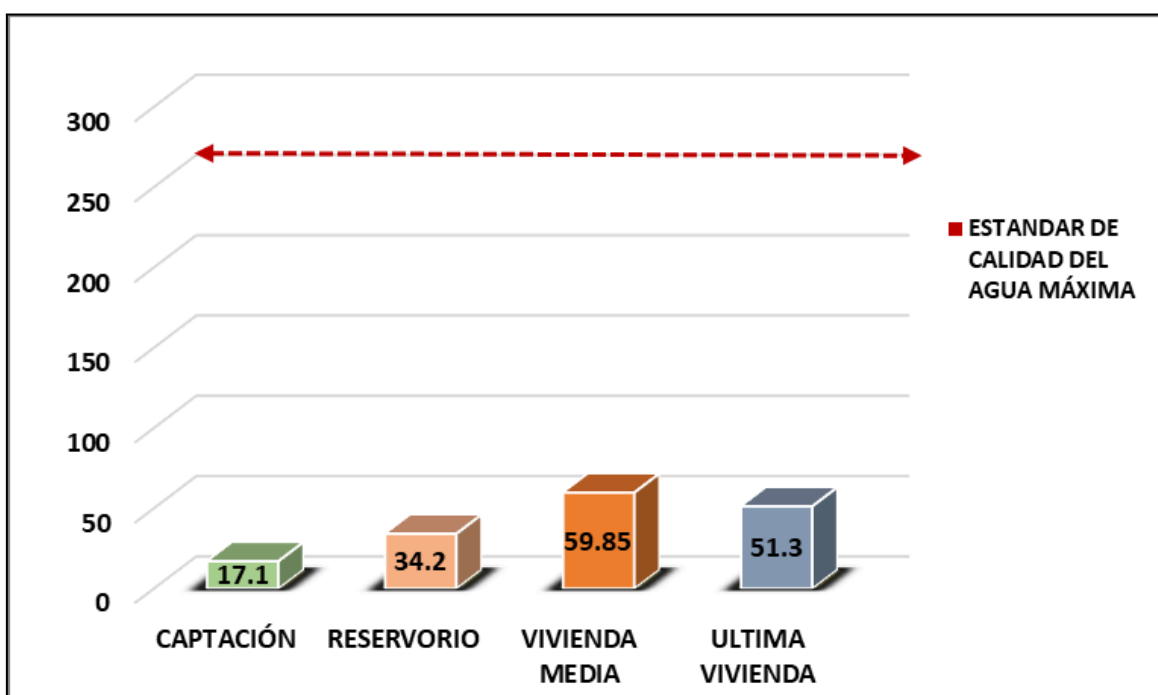


Figura 02: Concentración de cloruros en el agua en mg/l, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

Tabla 02: Presencia de cloruro en el agua PM1 (captación), del Distrito de Paucarcolla.

FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO)	PM3 (VIVIENDA MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDAD ES
28/10/2024	17.10	34.20	59.85	51.30	mg/l

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

Según los resultados obtenidos para PM1 (captación), en la figura se muestra que la cantidad de cloruros es mínima dando como resultado 17.10 mg/l, mientras que en el PM2 (reservorio) nos da como resultado 34.20 mg/l, viendo así una diferencia con más porcentaje de cloruro en comparación con el PM1, por otra parte, en el PM3 (vivienda

media) se obtuvo un resultado de 59,85 mg/l en comparación con el PM1 y PM2 se puede denotar cantidades significativas de cloruro de sodio, por último en el punto PM4 (última vivienda) se obtuvo como resultado 51.30 mg/l, viéndose así la disminución de cloruro en comparación con el PM3 pero no menor al PM1 Y PM2. por consiguiente y con respecto al cloruro al no superar el límite según (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM) este sería apto.

Los resultados de Huarachi (2021) quien realizó el estudio de evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en la isla Ccapi los Uros, obtuvo como resultados en Cloruros 289.00 mg/L, lo cual discrepan con los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que sobrepasan (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM), Así mismo, Sandoval (2021) realizó el estudio de la calidad agua para consumo humano en pozos tubulares, teniendo como resultados en cloruros 289.35 mg/l, en la cual también sobrepasan los (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM, discrepando así de la misma forma con el presente estudio realizado.

#### 4.1.2. Alcalinidad ( $\text{CaCO}_3$ )

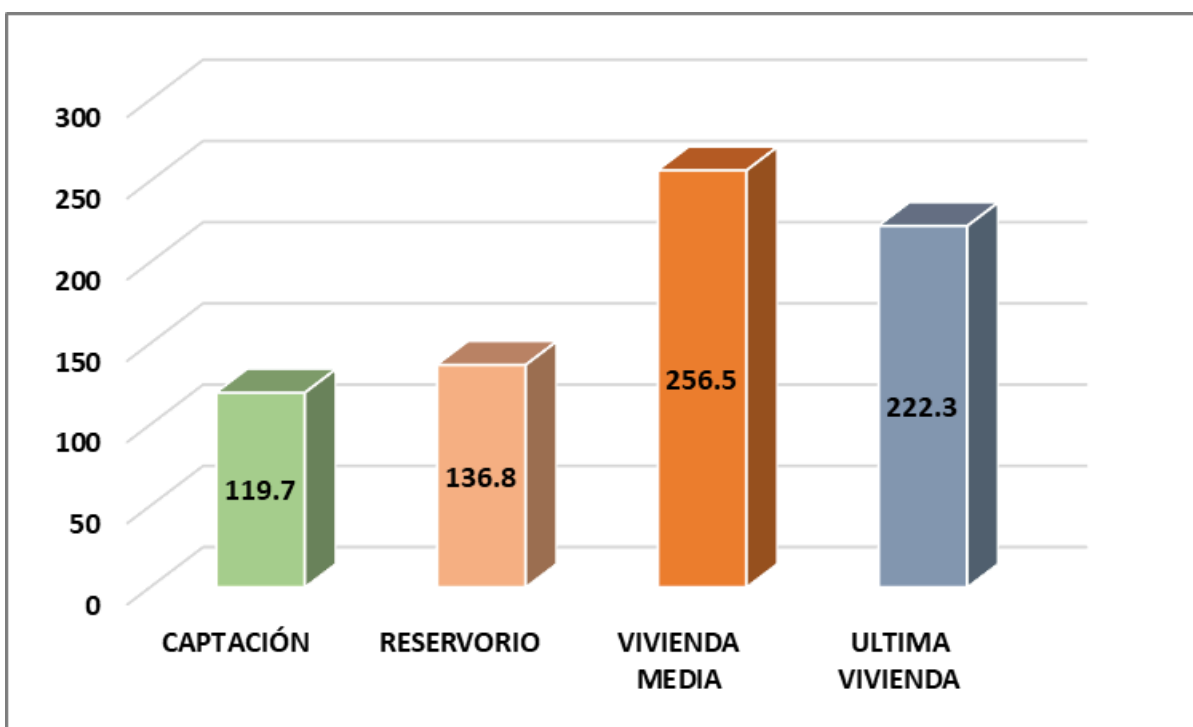


Figura 03: Alcalinidad en el agua en mg/l, octubre del año 2024 sector de Patallani Distrito de paucarcolla - Puno

**Tabla 03:** Alcalinidad en el agua del sector de Patallani, Distrito de paucarcolla - puno

FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO)	PM3 (VIVIENDA MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDADE S
28/10/2024	119.70	136.80	256.50	222.30	mg/l

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

Los resultados que se obtuvieron para alcalinidad en el PM1 (captación) se obtuvo un mínimo de 119.70 ppm, por otro lado en el PM2 (reservorio) se obtuvo un resultado de



136.80 ppm viéndose un incremento de la productividad alta en contenidos de carbonatos y bicarbonatos de la fuente de agua del sector de Patallani, mientras que en el PM3 (vivienda media) se obtuvo un resultado de 256.50 ppm, lo cual a su vez va aumentando en comparación con el PM1 y PM2, sin embargo en el último punto PM4 (última vivienda) se obtuvo un resultado de 222.30 ppm observándose una disminución en comparación con el PM3, pero no menos que el punto PM1 y PM2.

Los resultados que obtuvieron Aguilar y Navarro (2018) según su estudio realizado, evaluación de la calidad de agua para consumo humano, obtuvo un resultado en alcalinidad de  $73.68 \pm 10.3$ , lo cual discrepa con los resultados obtenidos en el presente estudio, mostrando así una cantidad mínima de carbonatos y bicarbonatos.

#### 4.1.3. Conductividad Eléctrica (CE)

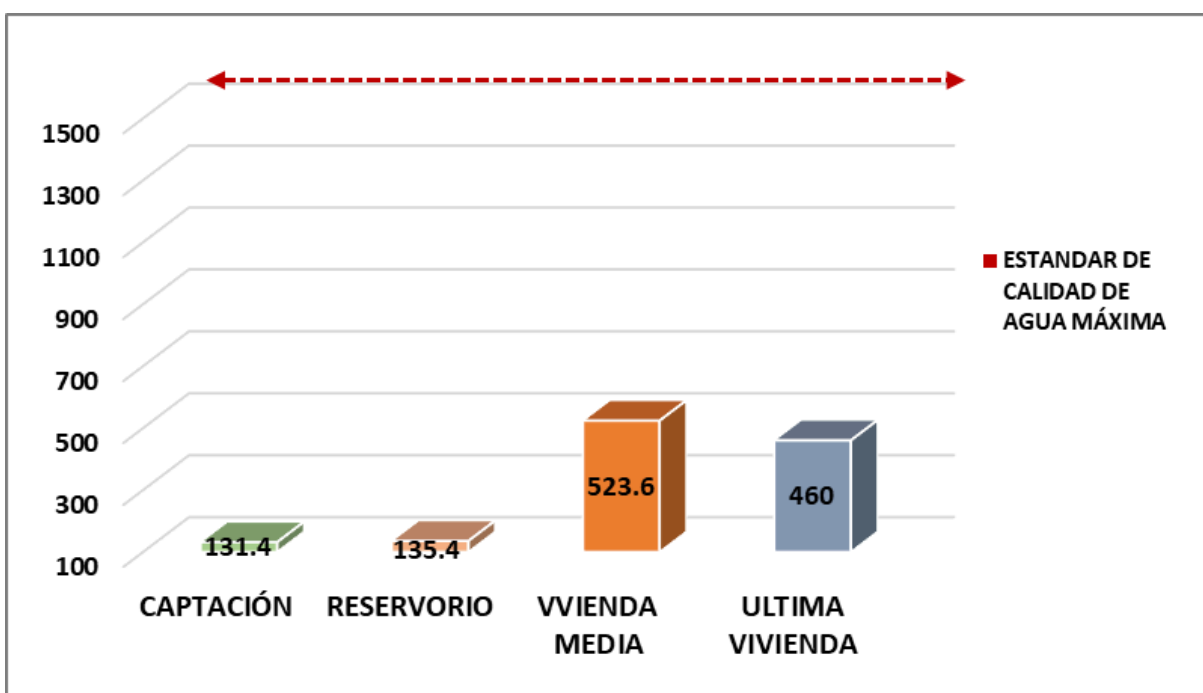


Figura 04: Conductividad en el agua en  $\mu\text{S/cm}$ , octubre del año 2024, del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

**Tabla 04:** Conductividad eléctrica en el agua, octubre del año 2024 del sector de Patallani distrito de Paucarcolla - Puno.

<b>FECHA</b>	<b>PM1 (CAPTACIÓN)</b>	<b>PM2 (RESERVORIO)</b>	<b>PM3 (VIVIENDA MEDIA)</b>	<b>PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)</b>	<b>UNIDAD ES</b>
<b>28/10/2024</b>	131.40	135.40	523.60	460.0	μS/cm

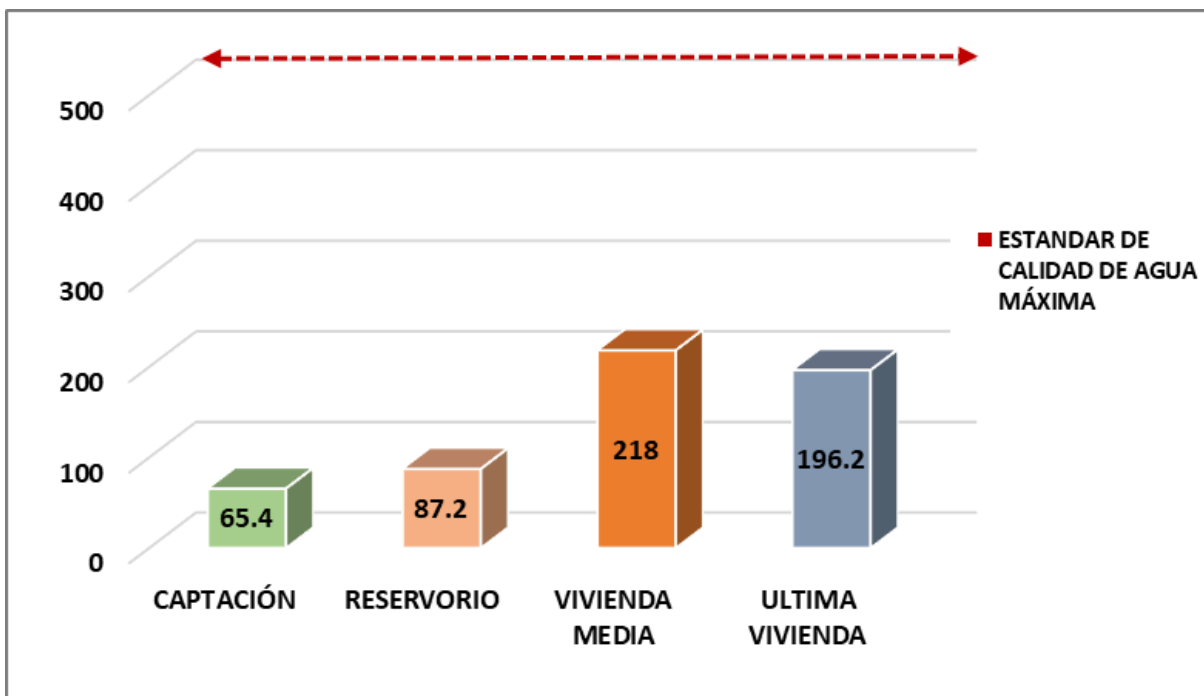
Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

Los resultados que se obtuvieron para PM1 (captación) fue de 131.40 μS/cm, así mismo en el PM2 (reservorio) nos dio como resultado 135.40 μS/cm, reflejándose así un incremento a comparación con el PM1, por consiguiente en el punto PM3 (vivienda media) se obtuvo como resultado 523.60 μS/cm, reflejándose de la misma manera el incremento a comparación de PM1 y PM2, por ultimo resultado del punto PM4 (última vivienda) se obtuvo como resultado una máxima de 460.0 μS/cm superando a los puntos PM1, PM2 y PM3, estos resultados reflejan una concentración en iones positivos de sodio (Na<sup>+</sup>), como la salinidad y otros iones, debido al poco movimiento de las aguas crudas por el tiempo de estiaje que atravesaba la región, por lo tanto ninguno de los resultados supera los 1500 μS/cm (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM). por consiguiente al no superar el límite según ECA este se considera apto.

Los resultados obtenidos respecto Sandoval (2021) quien realizó el estudio del análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares, obtuvo como resultado en conductividad eléctrica de 527.0 μS/cm, lo cual guarda relación con los resultados obtenidos en el presente estudio realizado. ya que no supera los 1500 μS/cm cumpliendo

así los (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM)

#### 4.1.4. Dureza Total (CaCO<sub>3</sub>)



**Figura 05:** Dureza Total (CaCO<sub>3</sub>) en el agua, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

**Tabla 05:** Dureza Total (CaCO<sub>3</sub>) en el agua, del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

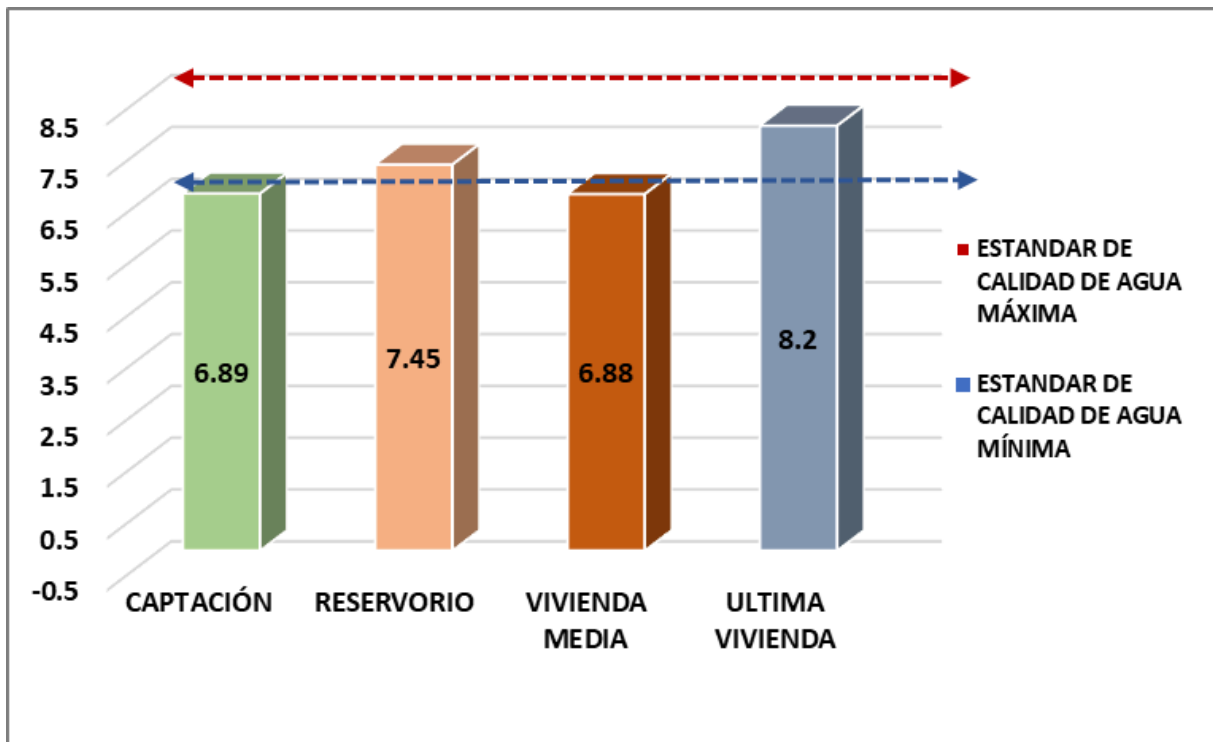
FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO )	PM3 (VIVIENDA MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDADE S
28/10/2024	65.40	87.20	218.0	196.20	mg/l

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

Los resultados obtenidos para la dureza total en el agua se determinaron de la siguiente manera la cual se encuentra en la figura 5 y tabla 5, donde se muestra que para PM1 (captación) se obtuvo el valor de 65.40 mg/l, mientras que en el punto PM2 (reservorio) se obtuvo como resultado el valor de 87.20 mg/l, en lo cual se aprecia una diferencia en cuanto al resultado del punto PM1, sin embargo ambos valores indican una calidad aceptable en sales de calcio y de magnesio ya que el grado de dureza del agua aumenta cuanto más calcio y magnesio se encuentra disuelto, como se puede apreciar en el resultado de punto PM3( vivienda media), lo cual se obtuvo como resultado una valor máximo de 218.0 mg/l en comparación con los dos puntos anteriores que indica que tiene más concentración de calcio y magnesio, por último punto PM4 (última vivienda) se obtuvo un resultado 196.20, lo cual se denota menor que el punto PM3, pero mayor que el PM1 y PM2 e indica que también tiene alta concentración de calcio y magnesio, por consiguiente al no superar el (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017- MINAM). se considera apto

Los resultados obtenidos de Sandoval (2021) quien realizó el estudio del análisis de la calidad agua para consumo humano en pozos tubulares, obtuvo un resultado en dureza total 134.19 mg/l, por otra parte Aguilar y Navarro (2018), según su estudio evaluación de la calidad de agua para consumo humano. mostró como resultado la dureza Total  $74.28 \pm 13.3$ , lo cual los resultados de ambos autores guardan correlación con los resultados obtenidos del presente estudio realizado, ya que si se encuentran dentro de los parámetros establecidos en los (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017- MINAM).

#### 4.1.5. Potencial de hidrogeniones (pH)



**Figura 06:** Potencial de hidrogeniones pH en el agua, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

**Tabla 06:** Potencial de hidrogeniones en el agua del sector de Patallani, Distrito Paucarcolla - Puno

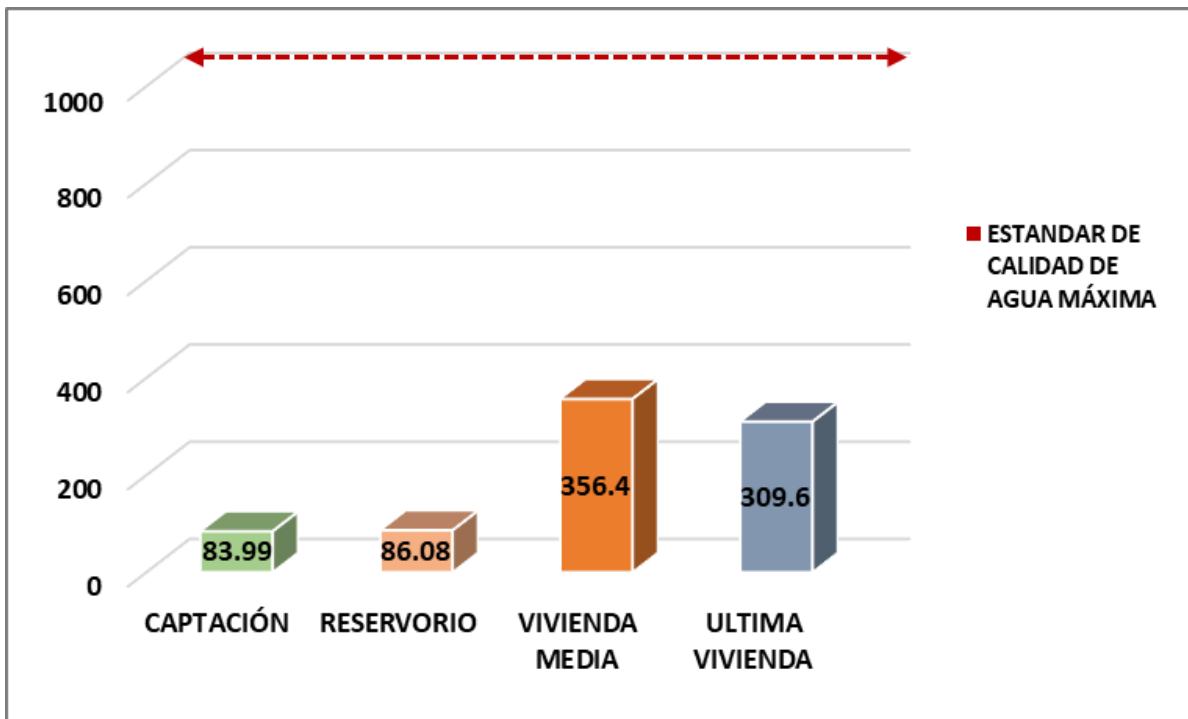
FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO)	PM3 (VIVIENDA MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDADE S
28/10/2024	6.89	7.45	6.88	8.20	pH

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

Los resultados obtenidos para pH en el agua se determinaron de la siguiente manera lo cual se muestra en la figura 6 y tabla 6, dando como resultado para el punto PM1(captación) el valor de 6.89 unidades de pH, por otra parte los resultados para el punto PM2 (reservorio) dio un valor de 7,45 unidades de pH y en el punto PM3 (vivienda media) 6.88 unidades de pH, lo que se determina que en los tres puntos de muestreo, el agua es relativamente ácidas, mientras que en el último punto PM4 (última vivienda) se muestra un resultado de 8.20 unidades de pH, lo cual es mayor a los anteriores tres puntos PM1, PM2 y PM3, sin embargo los resultados de los 4 puntos están dentro de los parámetros establecidos en el Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S N° 004-2017-MINAM). por consiguiente se considera apto.

Los resultados obtenidos de Aguilar y Navarro (2018) quien realizó un estudio de evaluación de la calidad de agua para consumo humano. obtuvo un resultado un máximo de 7.78 y un mínimo de 4.0 unidades de pH, lo cual discrepa con el resultado obtenido en el presente estudio realizado, al no estar dentro de los parámetros establecidos por el Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S N° 004-2017-MINAM) por otro lado Sandoval (2021) quien realizó el estudio del análisis de la calidad agua para consumo humano en pozos tubulares, obtuvo un resultado de 7.62 unidades de pH, lo cual guarda correlación con los resultados obtenidos en el presente estudio realizado al estar dentro de los parámetros establecidos por el Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S N° 004-2017-MINAM).

#### 4.1.6. Sólidos Disueltos Totales



**Figura 07:** Sólidos disueltos totales en el agua mg/l, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno

**Tabla 07:** Sólidos disueltos totales en el agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO)	PM3 (VIVIENDA MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDADES
28/10/2024	83.99	86.08	356.40	309.60	mg/l

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

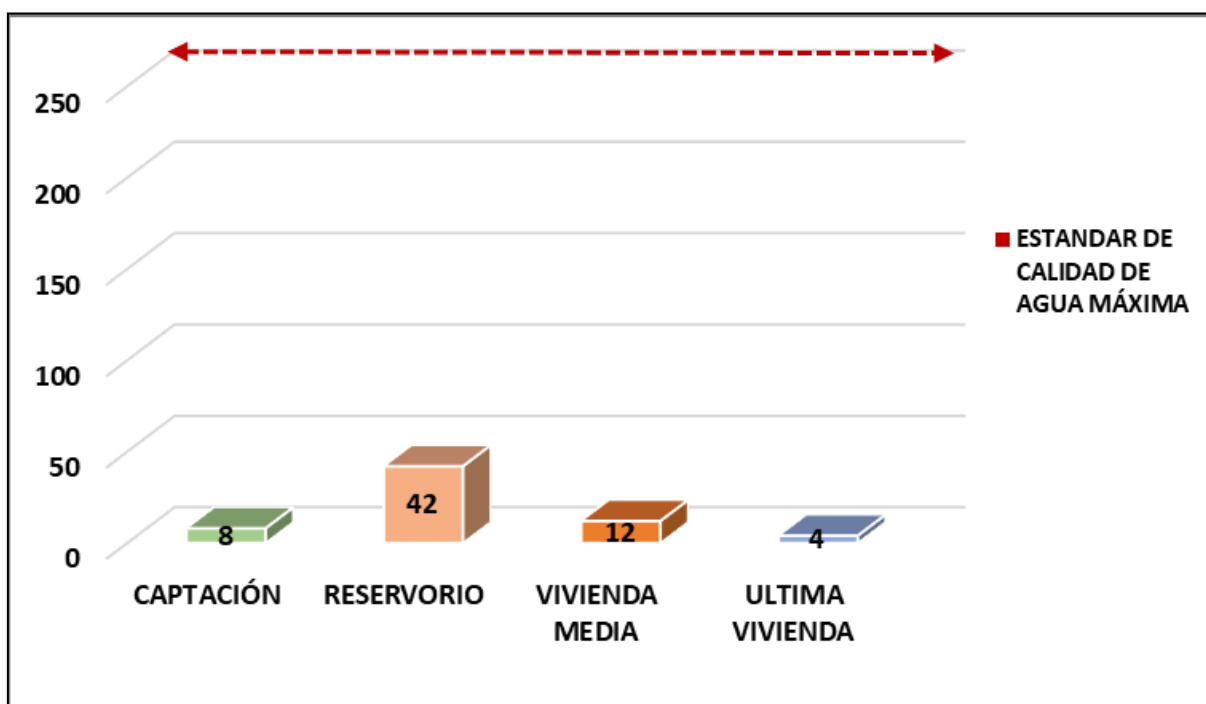
Los resultados para sólidos disueltos totales se pueden observar en la figura 07 y tabla 07, dando un resultado para el punto PM1 (captación) el valor de 83.99 mg/l, para el



punto PM2 (reservorio) se obtuvo un resultado de 86.08 mg/l, así mismo el resultado del punto PM3 (vivienda media) obtuvo un resultado de 356.40 mg/l, mostrando así una gran diferencia a comparación de los puntos anteriores PM1 y PM2, la incrementación es debido a que los sólidos disueltos totales son la cantidad total de minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua, lo cual incluye cualquier componente presente en el agua que no sea la molécula pura de H<sub>2</sub>O, excluyendo los sólidos en suspensión. Los sólidos en suspensión son partículas o sustancias que no se disuelven ni se sedimentan en el agua. Por último resultado para el punto PM4 (última vivienda) se obtuvo un resultado de 309.60 mg/l, lo cual es menor que el punto PM3 pero mayor que los puntos PM1 y PM2, por consiguiente los resultados de los puntos mencionados no superan el límite máximo de 1000 mg/l establecidos por el Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S N° 004-2017-MINAM), al estar dentro de los parámetros se considera apto.

Los resultados que obtuvo Sandoval (2021) quien realizó el estudio del análisis de la calidad agua para consumo humano en pozos tubulares, obtuvo un resultado de 682.51 mg/l, lo cual superan los valores a comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio realizado, denotando así una gran diferencia, mas no sobrepasa el Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecido en el D.S N° 004-2017-MINAM).

#### 4.1.7. Sulfatos (SO<sub>4</sub>)



**Figura 08:** Sulfatos (SO<sub>4</sub>) en el agua en mg/l, octubre del año 2024 en el sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

**Tabla 08:** Sulfatos (SO<sub>4</sub>) en el agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

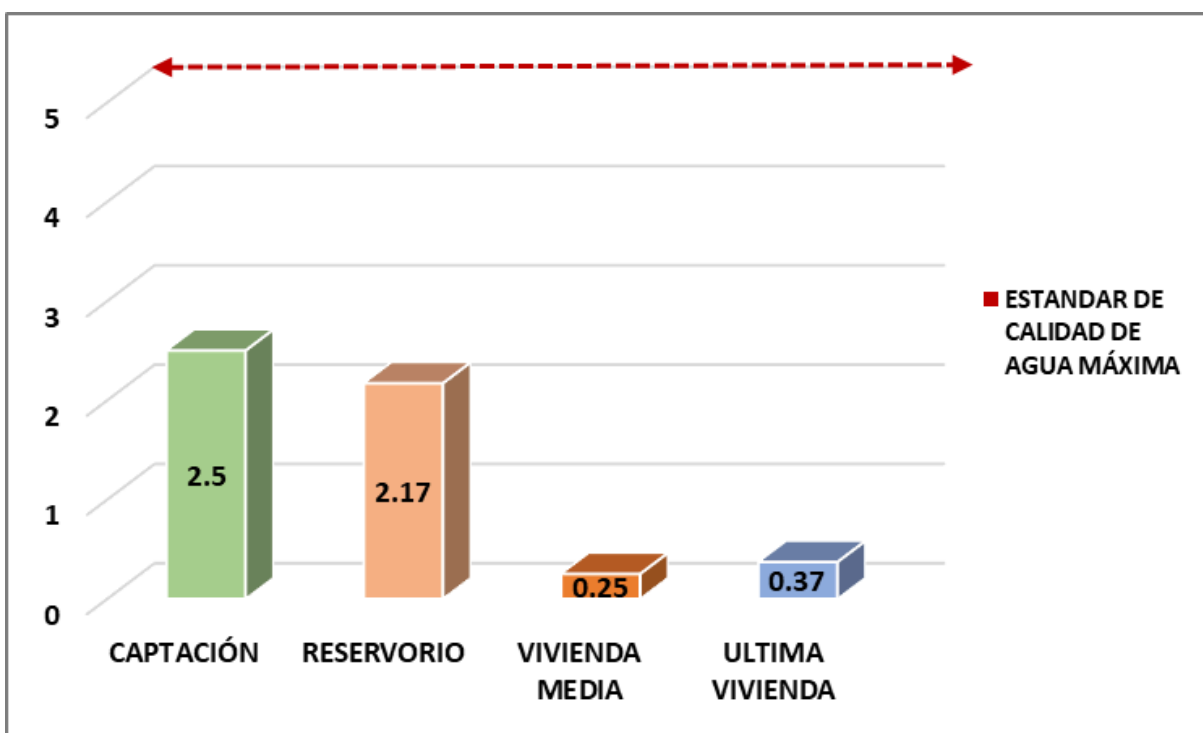
FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO)	PM3 (VIVIEND A MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDADE S
28/10/2024	8.0	42.0	12.0	4.0	mg/l

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe según laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

Los resultados que se obtuvieron para sulfatos se muestra en la figura 08 y tabla 08, donde se observa que el resultado para el punto PM1 (captación) nos da un valor de 8.0 mg/l y para PM2 (reservorio) un valor de 42.0 mg/l, lo cual se puede observar una variación significativa mayor al resultado del punto PM1, esto debido a que en el

reservorio se produce la disolución de minerales que contienen sulfato, como el yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) y la anhidrita que libera sulfatos al agua. Así mismo también se observa el resultado del punto PM3 (vivienda media) obteniendo un valor de 12.0, finalmente en el punto PM4 (última vivienda) se obtuvo un valor de 4.0 reflejándose la disminución de sulfato en comparación del punto PM3, sin embargo los cuatro puntos mencionados se encuentran por debajo de los 250 mg/l (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017- MINAM). por consiguiente se considera como apto. Sin embargo los resultados obtenidos de Sandoval (2021) quien realizó el estudio del análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares, obtuvo como resultado en sulfatos 43.65 mg/l, lo cual guarda correlación con el resultado máximo obtenido en el presente estudio realizado, por otro lado, los resultados de Huarachi (2021) quien realizó el estudio de evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en la isla Ccapi los Uros, obtuvo un resultado en cuanto a Sulfatos 283 mg/L, lo cual discrepa con los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que sus valores son muy altos casi llegando al límite según (ECA) establecido en el D.S. N° 004-2017- MINAM).

#### 4.1.8. Turbidez



**Figura 09:** Turbidez en el agua en NTU, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

**Tabla 09:** Turbidez en el agua en el sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO)	PM3 (VIVIENDA MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDADE S
28/10/2024	2.50	2.17	0.25	0.37	NTU

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

La turbidez o turbiedad se refiere al nivel de pérdida de transparencia en el agua u otro líquido incoloro causado por partículas en suspensión. A mayor cantidad de sólidos

suspendidos, mayor será el grado de turbidez. En otras palabras, la turbidez indica cuánto se reduce la claridad del agua debido a estas partículas, haciendo que el líquido parezca más turbio y sucio cuanto mayor sea su concentración. Los resultados para turbidez se muestran en la figura 08 y tabla 08, dando como resultado para el punto PM1 (captación) un valor de 2.50 NTU, lo cual no se pudo notar mucha turbidez en el agua, el resultado para el punto PM2 (reservorio) dio un valor de 2.17 NTU, para el punto PM3 (vivienda media) se obtuvo un resultado de 0.25 NTU un valor mínimo a comparación de PM1 y PM2, por último PM4 (última vivienda) punto se obtuvo un valor de 0.37 NTU, por lo tanto los resultados ya mencionados se encuentra por debajo de los 5 NTU y cumple con el (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM). por consiguiente se considera apto para el consumo humano.

Los resultados en cuanto a otros autores guardan correlación con el presente estudio realizado como es el caso de Sandoval (2021) quien realizó el estudio del análisis de la calidad agua para consumo humano en pozos tubulares obteniendo como resultado un valor de 1.34 UNT, por otra parte, Huarachi (2021) quien realizó el estudio de evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en la isla Ccapi los Uros, obtuvo un resultado de Turbiedad 4.7 NTU los cuales ambos resultados se encuentran por debajo de los 5 NTU y cumplen los (Límite de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM).

#### 4.1.9. Temperatura

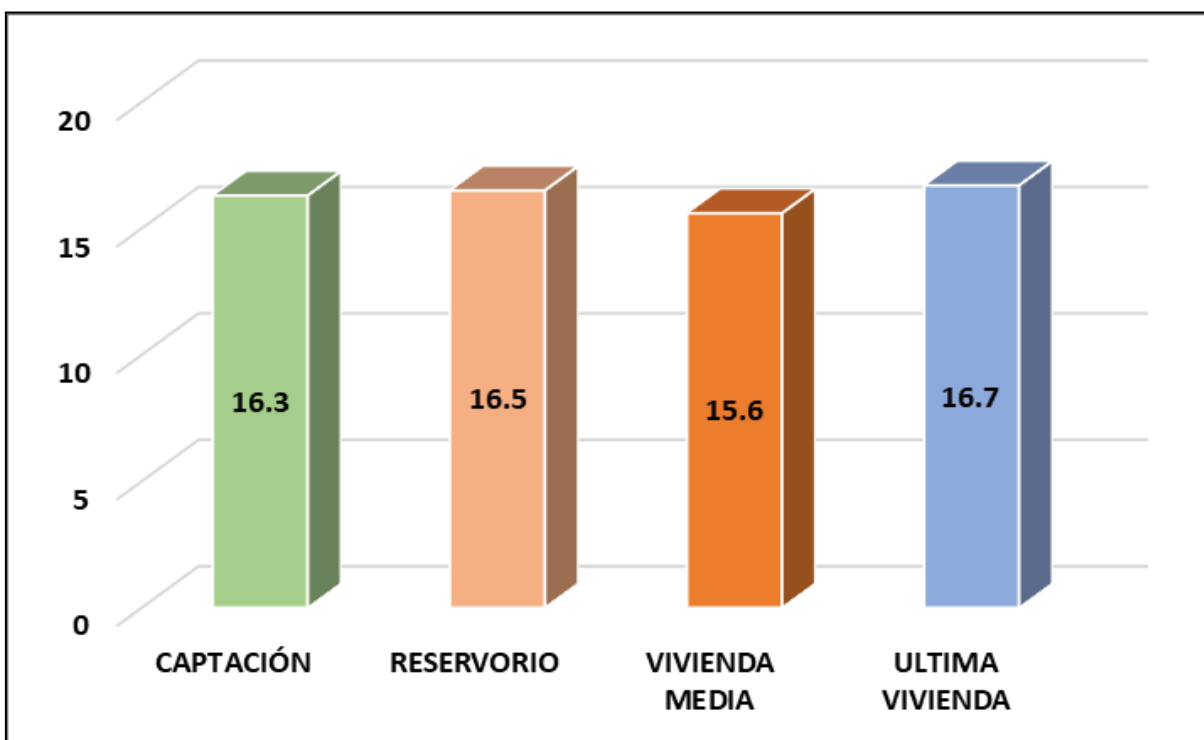


Figura 10: Temperatura en el agua en °C, octubre del año 2024, del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

**Tabla 10:** Temperatura del agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO)	PM3 (VIVIENDA MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDADE S
28/10/2024	16.30	16.50	15.60	16.70	°C

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

El valor de la temperatura del agua debe analizarse en función de la temperatura ambiental presente en el lugar y el momento en que se realizó la medición. Los resultados obtenidos de la temperatura se muestran en la figura 10 y tabla 10, en los

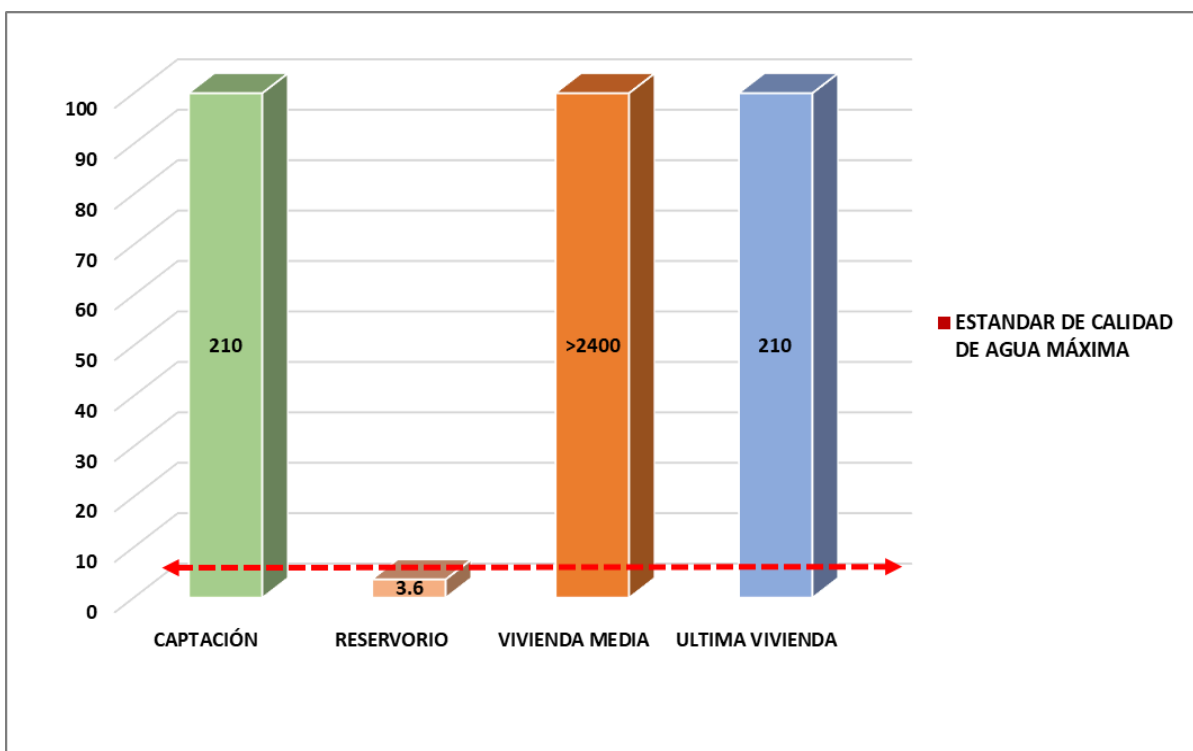
cuales se dio como resultado para PM1 (captación) un valor de 16.30 °C así mismo para el punto PM2 (reservorio) se obtuvo un resultado de 16.50 °C, para en punto PM3 (vivienda media) se obtuvo un resultado de 16.60 °C, y por último punto PM4 (última vivienda) se obtuvo un resultado de 16.70 °C, lo cual en los 4 puntos ya mencionados tiene variaciones propias de las condiciones ambientales del lugar.

Los resultados en cuanto a Aguilar y Navarro (2018) según su estudio realizado evaluación de la calidad de agua para consumo humano, obtuvo un resultado de una máximo de 17.43 °C y un mínimo de 8.2 °C, denotando una diferencia en cuanto a la temperatura, con los resultados que se obtuvieron en el presente estudio realizado, por otro lado Sandoval (2021) quien realizó el estudio del análisis de la calidad agua para consumo humano en pozos tubulares, obtuvo un resultado de T° de 17.82 °C, y Huarachi (2021) quien realizó el estudio de evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en la isla Ccapi los Uros del lago Titicaca - Puno. T° 15.4°C. se puede denotar una diferencia pero mínima, ya que la temperatura varía en cada lugar.



## 4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN EL AGUA POTABLE DEL SECTOR DE PATALLANI - DISTRITO DE PAUCARCOLLA DE ACUERDO AL D.S. 004 - 2017 MINAM.

### 4.2.1. Coliformes Totales



**Figura 11:** Coliformes totales en el agua en NMP/100ml, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

**Tabla 11:** Coliformes totales en el agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO)	PM3 (VIVIENDA MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDADES
28/10/2024	210.0	3.60	>2400	210.0	NMP/100ml

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

Este grupo incluye a la *Escherichia coli*, reconocida como un indicador de contaminación fecal. Se ha comprobado que esta bacteria está presente en grandes cantidades en las heces de humanos y animales de sangre caliente, representando cerca del 95% de los coliformes en las heces. Por ello, la contaminación de origen fecal puede evaluarse determinando la presencia de coliformes totales, termotolerantes o específicamente de *E. coli*. Estos microorganismos son responsables de enfermedades transmitidas por el agua, capaces de provocar enfermedades.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 11 y tabla 11. donde se observa el resultado para el punto PM1 (captación) obteniendo el valor de 210.0 NMP/100ml, lo cual es un valor que sobrepasa el límite máximo de los 0 NMP/100 ml según R.M - 2020/ MINSA, lo cual se considera no apto. Así mismo el resultado para PM2 (reservorio) nos da un valor de 3.60 NMP/100 ml, lo cual es un valor mínimo a comparación del punto PM1, pero también no cumple y sobrepasa el límite establecido que es de 0 NMP/100 ml según R.M - 2020/ MINSA, por consiguiente se considera que no es apto para consumo humano.

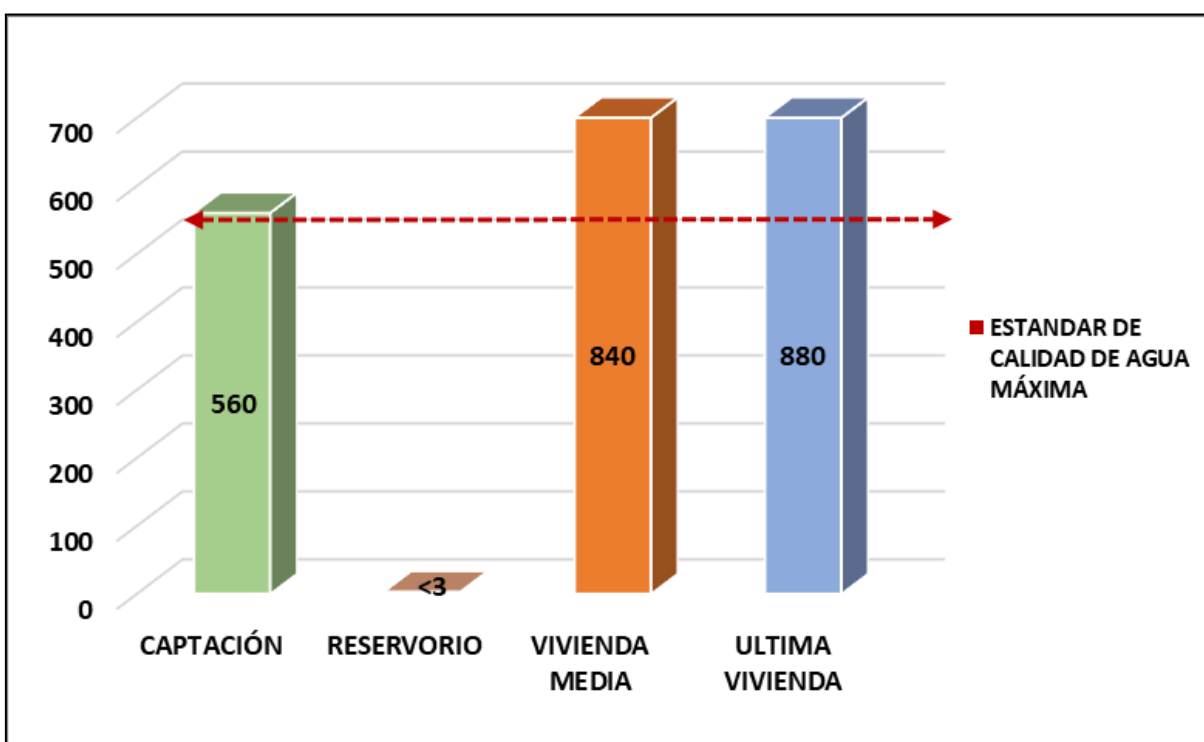
El resultado para PM3 (vivienda media) obtuvo un resultado mayor a 2400 NMP/100 ml, lo cual sobrepasa los 0 NMP/100 ml según R.M - 2020/ MINSA, por consiguiente se considera no apto.

Por último resultado PM4 (última vivienda) se obtuvo un resultado de 210.0 NMP/100 ml, similar al punto PM1 lo cual también sobrepasa los 0 NMP/100 ml según R.M - 2020/ MINSA, , por consiguiente se considera no apto.

Sin embargo los resultados en cuanto a otros autores discrepan con los resultados obtenidos en el presente estudio realizado, ya que sobrepasan los 0 NMP/100 ml según R.M - 2020/ MINSA, como es el caso de Anduro (2021) en su estudio manifiesta que el agua del pozo analizado presentó indicadores de contaminación de esencia

microbiológica, así mismo los niveles del cloro residual se encontraron ausentes como indicador, por otra parte la presencia de los coliformes fecales y totales fueron de 50.9 y 39% de las muestras analizadas indicándonos la aparición de escherichia coli. Asimismo Atencio (2018) realizó en su estudio el análisis de la calidad de agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad san antonio de rascas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región de Pasco - 2018. Tiene como objetivo analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo humano y percepción local de la población, tomando como referencia el DS N° 031 - 2010 - SA del Ministerio de Salud y el DS N° 004 - 2017 - MINAM, se tomo 2 muestras en el reservorio y el la pileta de una de las viviendas donde se determinó que el agua no es apto para dicho consumo, ya que los parámetros de coliformes totales y fecales no cumple según los LMP establecidos, así mismo Ñahui (2023) en su tesis análisis de la calidad de agua para consumo humano de los centros poblados del distrito de Yauli Huancavelica - 2023. reportó un resultado en cuanto a coliformes totales un valor de 55 y el LMP es de 50. lo cual estaría sobrepasando los 0 NMP/100 ml. a diferencia de Aguilar y Navarro (2018) según su estudio evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de LLañucancha del distrito y provincia de Abancay 2017. teniendo como objetivo determinar los parámetros Bacteriológico y fisicoquímicos, según la norma técnica N°031-2012-DIGESA y Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, obteniendo como resultados en los coliformes totales en la captación una máxima de 6.67 y una mínima de 16.83 concluyendo que los resultados de coliformes termotolerantes y totales el valor normal debe de ser <1 UFC/ml, los cuales exceden muy encima de los LMP en cada componente del sistema por ende no son aptas para consumo.

#### 4.2.2 Bacterias Heterotróficas



**Figura 12:** Bacterias heterotróficas en el agua en ufc/ml, octubre del año 2024 del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

**Tabla 12:** Bacterias heterotróficas en el agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla - Puno.

FECHA	PM1 (CAPTACIÓN)	PM2 (RESERVORIO)	PM3 (VIVIENDA MEDIA)	PM4 (ÚLTIMA VIVIENDA)	UNIDADES
28/10/2024	560.0	<3	840.0	880.0	ufc/ml

Fuente: Análisis de los resultados obtenidos según el informe del laboratorio de ecología acuática de la facultad de Ciencias Biológicas - UNA Puno, muestras de agua del sector de Patallani Distrito de Paucarcolla.

Las bacterias heterótroficas se encuentran en todos los cuerpos de agua y forman parte de un grupo de microorganismos ambientales ampliamente distribuidos. Estas bacterias

son utilizadas como indicadores para evaluar la eficacia de los procesos de tratamiento, especialmente en lo que respecta a la desinfección o descontaminación.

Los resultados obtenidos para este parámetro se muestran en la figura 12 y tabla 12. donde se observa que el valor obtenido para PM1 (captación) es de 560.0 ufc/ml, lo cual demuestra que tiene una gran concentración de bacterias y hongos, además este pasa el límite de 500 ufc/ml de acuerdo a Organización Mundial de la Salud (OMS), así mismo, para el punto PM2 (reservorio) se obtuvo un resultado de <3 ufc/ml. lo cual está por debajo de 500 ufc/ml, para el PM3 (vivienda media) se obtuvo un resultado de 840.0 ufc/ml, por último se obtuvo el resultado para PM4 (última vivienda) un valor de 880.0 ufc/ml, de los cuales el punto PM1, PM2 y PM3 tienen gran concentración de bacterias y hongos a comparación del punto PM4 que la cantidad es mínima.

Los resultados obtenidos por Contreras (2021) quien realizó la investigación calidad del agua para consumo humano en los manantiales en la parcialidad de jiscullaya - el Collao - Puno, determinó 14 parámetros de las cuales los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos están dentro de los LMP para consumo a diferencia de los coliformes totales, así mismo, la posta de salud siraya manifiesta que las principales enfermedades es la parasitosis, seguidamente de la diarrea y los problemas estomacales y que estas provienen de origen hídrico, lo cual estos resultados guardan correlación con los resultados obtenidos en el presente estudio realizado al denotarse la presencia de bacterias en el agua.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Se analizó la calidad de agua considerando los parámetros físico químico y los parámetros microbiológicos, de los cuales los parámetros físico químicos de los cuatro puntos de muestreo se encuentran dentro de los parámetros establecidos según el D.S 004 - 2017- MINAM, sin embargo los parámetros microbiológicos no cumplen con los límites establecidos según la R.M - 2020 - MINSA por lo tanto representa un riesgo para la salud humana.

**SEGUNDA:** Se determinaron los parámetros fisicoquímicos del agua potable del sector de Patallani donde se obtuvieron: cloruros ( $17.10 \pm 59.85$  mg/l), conductividad eléctrica CE ( $131.40 \pm 523.60$ )  $\mu\text{s/cm}$ , dureza ( $65.40 \pm 218.0$ ), pH ( $6.88 \pm 8.20$ ), sulfatos ( $4.0 \pm 42.0$  mg/l), sólidos disueltos totales ( $83.99 \pm 356.40$  mg/l), turbidez ( $0.25 \pm 2.50$  NTU), los cuales cumplen los límites establecidos según D.S. 004 – 2017 MINAM.

**TERCERA:** Se determinaron los parámetros microbiológicos como; Los coliformes totales y bacterias heterotróficas, en coliformes totales sobrepasan los límites máximos establecidos según R.M - 2020 – MINSA, encontrándose por encima de los 0 NMP/100ml coliformes totales, sin embargo para las bacterias heterotróficas solo el PM2 (RESERVORIO) cumple y está dentro de los límites establecidos, determinado por la OMS. Mientras que los puntos PM1, PM3 Y PM4 sobrepasan los límites establecidos por la OMS por lo que presentan un riesgo para la salud humana.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** A la Municipalidad Distrital de Paucarcolla, realizar análisis de la calidad del agua periódicamente, mediante el (ATM) Área Técnica Municipal, ya que es indispensable y de vital importancia para la salud humana, para evitar enfermedades y garantizar el cumplimiento estricto de las normativas establecidas en el D.S. N° 004-2017-MINAM y la R.M - 2020- MINSA.

**SEGUNDA:** A los investigadores se recomienda que brinden capacitaciones técnicas de manera continua a los operadores y la Junta Administradora en Servicio de Saneamiento (JASS), en el manejo de dosificación y monitoreo del cloro, asegurando el cumplimiento de las concentraciones requeridas según el D.S. N° 004-2017-MINAM.

**TERCERA:** Realizar inspecciones regulares de las tuberías, reservorios, captación y sistemas de almacenamiento de agua para identificar y reparar fugas o posibles puntos de contaminación microbiológica. Garantizar que los sistemas estén debidamente sellados y protegidos de fuentes externas de contaminación, así mismo considerar la implementación de filtros y/o lámparas UV, en la red de distribución, para la eliminación de contaminantes físico químicos y microbiológicos. Para así poder garantizar que el agua suministrada cumpla con los estándares de calidad para consumo humano.



## BIBLIOGRAFÍA

- Anduro, J. (2021) Diagnóstico de la calidad sanitaria del agua de pozo en comunidades del sur de Sonora, México. *Respyn Revista Salud Pública y Nutrición*. 16(1), 6.
- Aguilar, O., &, Navarro, B. (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay [Tesis de pre grado, Universidad Tecnológica de los Andes].  
<https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/130>
- Asturias. (2016). Aguas de Consumo Humano.  
[https://tematico8.asturias.es/repositorio/sanidad-ambiental/articulos/articulo\\_1421250221961.html](https://tematico8.asturias.es/repositorio/sanidad-ambiental/articulos/articulo_1421250221961.html)
- Brousett-Minaya, M., Chambi Rodríguez, A., Mollocondo Turpo, M., Aguilar Atamari, L., & Lujano Laura, E. (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno—Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*.
- Cutimbo, T. (2012). Calidad Bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en centros poblados menores de Yarada y los Palos del distrito de Tacna. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman-Tacna.
- Decreto Supremo N° 004, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, (2017).  
<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
- Esparza, M. (2005). Estudio para el mejoramiento de la calidad del agua de pozos en zonas rurales de Puno (Primero; p. 35). Organización Panamericana de la Salud.
- Fuentes, F., Baypoli, N., Apodaca, G., & Montenegro, M. (2007). Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora, México. *Revista Salud Pública y Nutrición*, p. 13.
- García, M., Sánchez, F., Marín, R., Guzmán, H., Nelsy, V., Domínguez, E., ... Cortés, G. (2016). <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- Gonzáles, G. (2012). *Microbiología del Agua Conceptos y Aplicaciones (Primera)*. Escuela Colombiana de Ingeniería.

- Inga Ortega, A. A., & Vanegas Ortiz, D. B. (2017). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL SECTOR LEG TABACAY Y ORIENTE ALTO, DE LA PARROQUIA BAYAS DEL CANTÓN AZOGUES. UNIVERSIDAD DE CUENCA.
- Jimenez, B., Valiente, E., Ponce, G., Lopez, G., & Villerepeste, V. (2010). Calidad del agua : un enfoque multidisciplinario (primera ed). Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Laura, redacción. (2019, octubre 28). ¿Qué son las aguas residuales? [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales>
- Ley de los Recursos Hídricos N° 29338, (2019). <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/ley-no-29338-ley-de-recursos-hidricos>
- MINAM. (2017). Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. El Peruano, 6-9. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Mondaca, M. (2013). Agua potable para comunidades rurales, rehúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas (Departamento de Microbiología, p. 87). Universidad de Concepción de Chile.
- Mendoza, C. (2011). Microbiología y factores físicos de las aguas de las desembocaduras de los principales ríos tributarios del lago Titicaca. Universidad Nacional del Altiplano.
- MINSA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud § (2011).
- Odicio, F., & Soplin, A. M. (2021). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos en tres puntos de confluencia de las aguas de la quebrada de Tushmo y la laguna de Yarinacocha, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali 2020 [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4836>
- Pradillo, B. (2016, septiembre 12). Parámetros de control del agua potable [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>

- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, (2016). <http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>
- Real Academia Española (2023). Agua. <https://dle.rae.es/agua>
- Ramirez Choquehuanca, (2019). Determinación de la Calidad de Agua potable en el distrito de Paucarcolla. Universidad Privada San Carlos.
- Savides, R., Benavides, C., Chaves, M., & Quirós, J. (2020). Calidad del agua para consumo humano en una comunidad rural: Caso Corral de Piedra, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Tecnológica en Marcha*, 33(3), 3-16.
- Sierra, C. (2011). calidad de agua ( de la U, Ed.).
- Samboni, N. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-56092007000300019](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019)
- Shklomanov, I. A. P. H. G. (1993). World fresh water resources, Water in crisis. a guide to the world's water resources. Oxford University Press, 13-24.
- Trujillo, F. D. R. (2016). Evaluación físico química y bacteriológica en la laguna de conache, distrito de Iaredo departamento de la libertad, 2013. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4374>

## ANEXOS

**Anexo 01: Matriz de Consistencia**

<b>ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE PATALLANI, DISTRITO DE PAUCARCOLLA - PUNO 2024</b>				
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>DIMENSIONES</b>
¿La calidad del agua para consumo humano en el sector de patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024 cumplirá con el D.S. 004 - 2017 MINAM?	Analizar la calidad de agua potable en el sector de Patallani del distrito de Paucarcolla - Puno 2024 bajo el D.S. 004 - 2017 MINAM	La calidad de agua potable del sector de patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024, no cumple con el D.S. 004 - 2017 MINAM	tipo: Descriptivo.	Parámetros físicos, químicos y microbiológicos
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>
¿El agua potable en el sector de patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024 cumplirá con el D.S. 004 - 2017 MINAM para los parámetros físico químicos?	Determinar las características físico químicas del agua potable en el sector de patallani del distrito de Paucarcolla - Puno 2024 de acuerdo al D.S. 004 - 2017 MINAM.	Las características físico química del agua potable del sector de Patallani del distrito de Paucarcolla - Puno 2024 superan según el D.S. 004 - 2017 MINAM.	INDEPENDIENTE S Parámetros físicoquímicos y microbiológico	-Físicos (conductividad, temperatura, STD y turbidez)  -Químicos (pH, sulfatos, Nitratos, cloruros y dureza total)  -Microbiológicos (coliformes totales y termotolerantes).
¿El agua potable en el sector de patallani distrito de paucarcolla - puno 2024 cumplirá con el D.S. 004 2017 MINAM para los parámetros microbiológicos.	Determinar las características microbiológicas del agua del sector de patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024 de acuerdo al D.S. 004 - 2017 MINAM.	Las características microbiológicas del agua potable del sector de patallani distrito de Paucarcolla - Puno 2024 superan según el D.S. 004 - 2017 MINAM.	DEPENDIENTE calidad del agua	



### Anexo 02: Equipo multiparámetro



### Anexo 03: Recojo de muestra de la captación PM1





#### Anexo 04: Rotulado de las muestras



#### Anexo 05: Llenado de la cadena de custodia





### Anexo 06: Desinfección con agua destilada del equipo multiparámetro



### Anexo 07: Análisis de muestra in situ, utilizando el equipo multiparámetro





**Anexo 08:** Límites Máximos Permisibles para el agua D.S. 004-2017 MINAM

**Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

**Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> ) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5

### Anexo 09: Límites Máximos Permisibles para el agua D.S. 004-2017 MINAM

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>9</sub> - C <sub>20</sub> )	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromodlorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodlorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BTEX</b>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<b>Organofosforados</b>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<b>II. CIANOTOXINAS</b>				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
<b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>4</sup>	<5x10 <sup>4</sup>

**Anexo 10:** Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS  
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0


UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml






## Anexo 12: Resultados de análisis físico químicos y microbiológico



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA**



### INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS DE AGUA

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE PATALLANI, DISTRITO DE PAUCARCOLLA - PUNO 2024**

---

**PROCEDENCIA** : Captación – Jucuchani Distrito Paucarcolla – Provincia Puno – Departamento Puno  
**INTERESADO** : THALIA MACHACA CONDORI  
**MOTIVO** : ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA  
**FECHA DE MUESTREO** : 28/10/2024. (muestreado por el interesado)  
**FECHA DE ANALISIS** : 29/10/2024.

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

**Aspecto** : Líquido  
**Color** : Incoloro  
**Olor** : Inodoro

---

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:**

PARAMETROS	UNIDADES	M1	M2	M3	M4
pH		6.89	7.45	6.88	8.20
C.E	µS/cm	131.40	135.40	523.60	460.00
Temperatura (°C)	°C	16.30	16.50	15.60	16.70
Turbiedad	NTU	2.05	2.17	0.25	0.37

---

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

PARAMETROS	UNIDADES	M1	M2	M3	M4
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	83.99	86.08	356.40	309.60
Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	65.40	87.20	218.00	196.20
Alcalinidad (como CaHCO <sub>3</sub> )	mg/l	119.70	136.80	256.50	222.30
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	mg/l	17.10	34.20	59.85	51.30
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	mg/l	8.00	42.00	12.00	4.00
Salinidad	µg/l	0.04	0.04	0.19	0.16
Potencial redox Eh	mV	238	352	290	246


---

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS:**

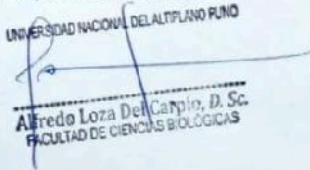
PARAMETROS	UNIDADES	M1	M2	M3	M4
Coliformes totales	NMP/100ml	210	3.6	>2400	210
Bacterias heterotróficas	UFC/ml	560	<3	840	880

---

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



Mg. Margaret Cecilia Reyes Ordóñez  
CBP 11900



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
Alfredo Loza Del Campo, D. Sc.  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Anexo 13:** Parámetros físico químicos para el uso del agua- D.S 004-2017-MINAM.

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	A1	A2	A3
	A	Aguas que puedan ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICO QUÍMICOS</b>				
Aceites y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro total	mg/L	0,07	-	-
Cianuro libre	mg/L	-	0,2	0,2
Cianuros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala pt/Co	15	100(a)	-
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1500	1600	-
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	-	-
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	-	-
Fluoruros	mg/L	1,5	-	-
Fósforo total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen Antrópico



Nitratos (NO <sub>3</sub> ) ©	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> ) (d)	mg/L	3	3	-
Amoniaco	mg/L	1.5	1.5	-
Oxigenos disueltos (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de hidrógeno (p(Ministerio del Ambiente, 2008)H)	Unidad de pH	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	5.5 - 9.0
Sólidos disueltos totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	-
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	-
Turbiedad	UNT	5	100	-

**Fuente:** (MINSA, 2017).

**Anexo 14:** Parámetros Microbiológicos para uso del agua - D.S 004-2017-MINAM.

<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes totales	NMP/100ml	50	-	-
Coliformes termo tolerantes	NMP/100ml	20	2000	20000
Formas parasitologicas	N° Organismo/L	0	-	-
escherichia coli	NMP/100ml	0	-	-
Vibrio cholerae	Presencia / 100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todas sus estadios evolutivos)(f)	N° Organismo /L	0	<5*10 <sup>6</sup>	<5*10 <sup>6</sup>

Categoría A – A 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

**Fuente:** (Fuentes et al., 2007).