

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**CALIDAD DE AGUA EN POZOS ARTESIANOS PARA CONSUMO HUMANO  
EN LA COMUNIDAD CCOLLPACCOTA, DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO**

**2024**

**PRESENTADA POR:**

**ANIBAL JAMACHI QUISPE**

**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/)



8.46%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 4 APR 2025, 1:57 PM

### Similarity report

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

● IDENTICAL  
1.57%

● CHANGED TEXT  
6.89%

## Report #25620503

ANIBAL JAMACHI QUISPE // CALIDAD DE AGUA EN POZOS ARTESIANOS PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD CCOLLPACCOTA, DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO 2024 RESUMEN El agua puede presentar riesgos físicos, químicos y biológicos para la salud humana, por lo que es imprescindible evaluar su calidad sanitaria antes de su consumo. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad de agua de los pozos artesianos para el consumo humano de acuerdo a los LMP del D. **1 13** S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Ccollpaccota, distrito de Chucuito, siguiendo el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales, aprobado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Los informes corresponden a laboratorios del Instituto Nacional de Innovación Agraria y la Universidad Nacional del Altiplano, la metodología de trabajo es descriptiva donde los parámetros físicos como temperatura del agua fue de 16.3 °C, la turbidez de 5.19 NTU, ligeramente por encima de los límites establecidos. La conductividad eléctrica fue de 929 µS/cm, por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) según el DS N° 031-2010-SA. Los parámetros químicos, se registraron con valores dentro de los LMP: pH 8.21, cloruros 140.32 mg/L, sulfatos 75.88 mg SO<sub>4</sub>/L, sodio 23.0 mg Na/L, dureza total 27.55 mg CaCO<sub>3</sub>/L y nitratos 38.44 mg NO<sub>3</sub>/L. Sin embargo, los coliformes totales presentaron un rango de 3 - 7 NMP/100 ml,

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

**CALIDAD DE AGUA EN POZOS ARTESIANOS PARA CONSUMO HUMANO  
EN LA COMUNIDAD CCOLLPACCOTA, DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO  
2024**

**PRESENTADA POR:**

**ANIBAL JAMACHI QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:   
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

PRIMER MIEMBRO

:   
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

SEGUNDO MIEMBRO

:   
M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:   
M.Sc. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 11 de abril del 2025

## DEDICATORIA

A mis padres, quiero dedicarles este logro por el apoyo incondicional, los valores que me inculcaron y su ejemplo de esfuerzo han sido la inspiración para esta segunda carrera profesional.

A los catedráticos de la escuela profesional por compartir su sabiduría, guiarme en el mundo de la ingeniería y despertar en mí la curiosidad por innovar y resolver problemas.

A mis amigos y compañeros de carrera, por acompañarme en las largas noches de estudio, por las risas y los momentos que hicieron más llevadero este camino.

Y por último, a todos aquellos que creyeron en mí, incluso en los momentos de incertidumbre. Esta tesis no solo representa el cierre de una etapa académica, sino también el inicio de un futuro lleno de desafíos y oportunidades en el campo de la ingeniería y especializaciones.

Anibal JAMACHI QUISPE

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por haberme dado la vida, la fortaleza y la sabiduría para enfrentar cada desafío que se presentó durante mi camino académico.

A la Universidad Privada San Carlos, escuela profesional de Ingeniería Ambiental y a su plana docente, Agradezco a quienes me brindaron la oportunidad y los recursos indispensables para fortalecer mis habilidades académicas y profesionales en ingeniería.

Agradezco al MG. Julio Wilfredo CANO OJEDA por su apoyo y consejos que han sido esenciales para la culminación de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

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

### CAPÍTULO I

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

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> | <b>12</b> |
| 1.1.1. PROBLEMA GENERAL                | 13        |
| 1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS           | 13        |
| <b>1.2. ANTECEDENTES</b>               | <b>13</b> |
| 1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL           | 13        |
| 1.2.2. A NIVEL NACIONAL                | 15        |
| 1.2.3. A NIVEL REGIONAL                | 16        |
| <b>1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b>      | <b>17</b> |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL                | 17        |
| 1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO             | 17        |

### CAPÍTULO II

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

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>2.1. MARCO TEÓRICO</b> | <b>18</b> |
| 2.1.1. AGUA               | 18        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.1.2. CALIDAD DE AGUA   | 18        |
| 2.1.3. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS  | 19        |
| 2.1.3. IMPORTANCIA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS                                   | 20        |
| 2.1.4. POZO ARTESIANO  | 20        |
| 2.1.5. PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA   | 20        |
| 2.1.6. PARÁMETROS QUÍMICOS   | 21        |
| 2.1.7. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS  | 22        |
| 2.1.8. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE<br>CALIDAD DE AGUA. | 22        |
| <b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>   | <b>24</b> |
| 2.2.1. MARCO NORMATIVO   | 24        |
| <b>2.3. HIPÓTESIS</b>  | <b>25</b> |
| 2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL   | 25        |
| 2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS   | 25        |
| <b>CAPÍTULO III</b>  |           |
| <b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>   |           |
| <b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>  | <b>26</b> |
| 3.1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.  | 26        |
| 3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE LOS POZOS                            | 26        |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA   | 27        |
| <b>3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS.</b>   | <b>28</b> |
| 3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.  | 28        |
| 3.3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.   | 28        |
| 3.3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.  | 28        |
| 3.3.4. MATERIALES  | 29        |
| 3.3.5. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO                             | 30        |
| <b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>  | <b>32</b> |
| <b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>  | <b>32</b> |

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4.1. PARÁMETRO FISICOQUÍMICO EN AGUA DE POZO PARA CONSUMO HUMANO.</b> | <b>35</b> |
| 4.1.1. PARÁMETROS FÍSICOS  | 35        |
| <b>4.2 PARÁMETROS QUÍMICOS</b>   | <b>39</b> |
| <b>4.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:</b>                                  | <b>48</b> |
| <b>4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>                                      | <b>53</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>  | <b>56</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>   | <b>57</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | <b>58</b> |
| <b>ANEXOS</b>  | <b>61</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>Tabla 01:</b> Límite Máximo Permitido de parámetro microbiológico para el agua destinada al consumo humano.                                      | 23   |
| <b>Tabla 02:</b> Niveles máximos aceptables de diversos parámetros, asegurando así la seguridad y potabilidad del agua destinada al consumo humano. | 23   |
| <b>Tabla 03:</b> Ubicaciones de cada punto de muestreo.   | 29   |
| <b>Tabla 04:</b> Operacionalización de variables en la investigación.   | 32   |
| <b>Tabla 05:</b> Valores de temperatura de agua de pozo   | 35   |
| <b>Tabla 06:</b> Turbidez de los pozos artesianos   | 37   |
| <b>Tabla 07:</b> Conductividad eléctrica (C.E).   | 38   |
| <b>Tabla 08:</b> Potencial de Hidrógeno (pH).   | 40   |
| <b>Tabla 09:</b> Cloruros de los pozos artesianos.  | 41   |
| <b>Tabla 10:</b> Sulfatos de los pozos artesianos.  | 42   |
| <b>Tabla 11:</b> Dureza total de los pozos artesianos.  | 44   |
| <b>Tabla 12:</b> Nitratos en las aguas de pozos artesianos.   | 45   |
| <b>Tabla 13:</b> Sodio de los pozos   | 47   |
| <b>Tabla 14:</b> Coliformes totales en aguas de pozos   | 48   |
| <b>Tabla 15:</b> Coliformes Termotolerantes o Fecales   | 50   |
| <b>Tabla 16:</b> Resumen de método estadístico de análisis de parámetros microbiológicos.   | 51   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>Figura 01:</b> Localización de la zona de estudio comunidad Ccollpaccota             | 27   |
| <b>Figura 02:</b> Ubicación de cada punto de muestreo en la zona de estudio.            | 28   |
| <b>Figura 03:</b> Valores de Temperatura del agua.                                      | 36   |
| <b>Figura 04:</b> Valores de turbidez   | 37   |
| <b>Figura 05:</b> Valores de Conductividad eléctrica.                                   | 39   |
| <b>Figura 06:</b> Valores de Potencial Hidrógeno.                                       | 40   |
| <b>Figura 07:</b> Concentración de Cloruros.  | 41   |
| <b>Figura 08:</b> Concentración de Sulfatos.  | 43   |
| <b>Figura 09:</b> Valores de Dureza total.  | 44   |
| <b>Figura 10:</b> Valores de Nitrato.   | 46   |
| <b>Figura 11:</b> Concentración de Sodio en aguas de pozo                               | 47   |
| <b>Figura 12:</b> Coliformes Totales, datos de laboratorio Anexo 03                     | 49   |
| <b>Figura 13:</b> Coliformes termotolerantes o fecales.                                 | 50   |
| <b>Figura 14:</b> Muestra de pozo N° 01 comunidad Ccollpaccota.                         | 63   |
| <b>Figura 15:</b> Muestra de pozo N° 02 comunidad Ccollpaccota.                         | 64   |
| <b>Figura 16:</b> Muestra de pozo N° 03 comunidad Ccollpaccota.                         | 65   |
| <b>Figura 17:</b> Análisis microbiológico 3 muestras representativas.                   | 66   |
| <b>Figura 18:</b> Recolección de muestra de agua en cooler y midiendo Temperatura y pH. | 72   |
| <b>Figura 19:</b> Recolección de muestra de agua en presencia de pobladora.             | 73   |
| <b>Figura 20:</b> Rotulando las muestras de agua.                                       | 74   |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia: CALIDAD DE AGUA EN POZOS ARTESIANOS<br>PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD CCOLLPACCOTA,<br>DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO 2024 | 62   |
| <b>Anexo 02:</b> Análisis fisicoquímico de muestras de agua de pozo   | 63   |
| <b>Anexo 03:</b> Análisis bacteriológico de muestras de agua de pozo  | 66   |
| <b>Anexo 04:</b> Decreto Supremo N° 031-2010-SA - DIGESA  | 67   |
| <b>Anexo 05:</b> Panel fotográfico  | 72   |

## RESUMEN

El agua puede presentar riesgos físicos, químicos y biológicos para la salud humana, por lo que es imprescindible evaluar su calidad sanitaria antes de su consumo. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad de agua de los pozos artesianos para el consumo humano de acuerdo a los LMP del D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Ccollpaccota, distrito de Chucuito, siguiendo el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales, aprobado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Los informes corresponden a laboratorios del Instituto Nacional de Innovación Agraria y la Universidad Nacional del Altiplano, la metodología de trabajo es descriptiva donde los parámetros físicos como temperatura del agua fue de 16.3 °C, la turbidez de 5.19 NTU, ligeramente por encima de los límites establecidos. La conductividad eléctrica fue de 929  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) según el DS N° 031-2010-SA. Los parámetros químicos, se registraron con valores dentro de los LMP: pH 8.21, cloruros 140.32 mg/L, sulfatos 75.88 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$ , sodio 23.0 mg Na/L, dureza total 27.55 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  y nitratos 38.44 mg  $\text{NO}_3/\text{L}$ . Sin embargo, los coliformes totales presentaron un rango de 3 - 7 NMP/100 ml, superando el límite permitido de <1.8 NMP/100 ml, mientras que los coliformes termotolerantes estuvieron por debajo del límite con valores de (<1 NMP/100 ml) concluyendo que no es apta para su consumo directo sin previo tratamiento de desinfección.

**Palabras clave:** Agua, Calidad de agua, Contaminación, Microbiológicos, Pozos.

## ABSTRACT

Water can present physical, chemical, and biological risks to human health, so it is essential to evaluate its sanitary quality before consumption. This study aimed to evaluate the quality of water from artesian wells for human consumption according to the LMP of D.S. No. 031-2010-SA in the community of Ccollpaccota, Chucuito district, following the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources, approved by the National Water Authority (ANA). The reports correspond to laboratories of the National Institute of Agrarian Innovation and the National University of the Altiplano. The work methodology is descriptive, where physical parameters such as water temperature was 16.3 °C and turbidity was 5.19 NTU, slightly above the established limits. Electrical conductivity was 929  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , below the maximum permissible limits (MPL) according to DS No. 031-2010-SA. Regarding chemical parameters, values within the MPL were recorded: pH 8.21, chlorides 140.32 mg/L, sulfates 75.88 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$ , sodium 23.0 mg Na/L, total hardness 27.55 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , and nitrates 38.44 mg  $\text{NO}_3/\text{L}$ . However, total coliforms ranged from 3 - 7 NMP/100 ml, exceeding the permissible limit of <1.8 NMP/100 ml, while thermotolerant coliforms were below the limit (<1 NMP/100 ml), concluding that the water is not suitable for direct consumption without prior disinfection treatment.

**Keywords:** Water, Water Quality, Contamination, Microbiological, Wells.

## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua se evalúa analizando los parámetros físicos, químicos y biológicos, comparando con la normativa vigente. Si el agua no cumple con estos estándares, no es apta para consumo y representa un riesgo para la salud (Castillo et al., 2022). Dado que el agua es un recurso indispensable para la vida, pero también limitado, es crucial que tanto gobiernos como sociedad la protejan de la contaminación para mantener su calidad y preservar los ecosistemas (Neri, 2020). El agua es fundamental para la vida, presente en la Tierra en diversos estados según la temperatura y presión regulando y protegiendo a las células de cambios extremos. Contiene un 80% del líquido esencial para los seres vivos (Cirelli, 2012).

El agua es un elemento vital en la comunidad de Ccollpaccota, para la vida y el planeta, donde juega un papel fundamental en la vida diaria, la producción agrícola y las costumbres ancestrales de sus pobladores. Sin embargo, en zonas rurales garantizar su calidad no es tarea fácil. Factores como la falta de infraestructura adecuada, las prácticas agrícolas y los efectos del cambio climático hacen que este sea un desafío constante. A través de un análisis detallado, comparado con los estándares de calidad establecidos en el DS N° 031-2010 SA, se busca identificar los principales riesgos que afectan la pureza del agua.

La presente investigación surge de la necesidad de abordar la problemática de la calidad del agua para consumo humano, donde la información disponible es limitada. El estudio se centra en el análisis de muestras de agua y tiene como objetivos específicos, **a)** El análisis que determinará la concentración de parámetros fisicoquímicos relevantes para la salud humana en las aguas de pozo, **b)** El análisis de contaminación microbiológica para la identificación y cuantificación de coliformes totales y termotolerantes, indicadores de contaminación fecal. **c)** Cumplimiento de los Límites máximos permisibles para agua de consumo humano (DS N° 031-2010-SA).

## **CAPÍTULO I**

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

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

El agua es un elemento vital necesario en la vida a nivel global, su cuidado de esta se relaciona con los progresos hacia el objetivo de desarrollo sostenible 6 es clave para lograr que se convierta en una realidad. Los datos ayudan a los encargados de la formulación de políticas y de la toma de decisiones en todos los niveles de gobierno a detectar las dificultades y oportunidades, fijar prioridades para una implementación más eficaz y eficiente, garantizar el apoyo político de los sectores público y privado para atraer más inversiones con fin común. (ONU, 2021).

En Perú el agua es una necesidad básica. Según las Naciones Unidas cada persona consume una cantidad de entre 50 a 100 litros de agua potable por cada día, para beber, cocinar y la higiene personal, el mismo de tener disponibilidad de agua limpia como acceso irrestricto y básico de las personas, y como elemento esencial hacia una mejor calidad de vida. Las comunidades que no tienen acceso al agua por lo general, son económicamente pobres y los comuneros no tienen una calidad de agua para consumo manteniendo así repetidamente la pobreza (INEI, 2020).

hasta el momento de este estudio ni la municipalidad del distrito o cualquier otra entidad. No determinó la calidad del agua o si está de acuerdo con los parámetros y criterios de calidad del agua según norma así como tampoco existe un informe de evaluación de la calidad del agua en la comunidad de Ccollpaccota, se señala que los “excrementos” de los animales contaminan los pozos de agua cercanos a las viviendas de esta comunidad,

por otro lado los habitantes han construido pozos artesianos poco profundos de los que extraen agua tanto para su propio consumo como para el pastoreo de animales como vacuno y ovino así como otros animales menores con la que la población se mantiene económicamente. no existe análisis de laboratorios donde muestran resultados de los pozos el agua que consumen y ver su condición segura y apta para el consumo humano, su calidad es incierta, por tanto, se necesita un estudio que señale los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua contrastando con la normativa del D.S. N° 031-2010-SA y permitirá saber si es segura y prevenir cualquier riesgo a la salud en la comunidad de Ccollpaccota distrito de Chucuito departamento de Puno.

### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo es la calidad del agua en pozos artesianos para consumo humano en la comunidad de Ccollpaccota del distrito de Chucuito - Puno, 2024?

### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos en el agua de pozos artesianos para el consumo humano de acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Ccollpaccota?
- ¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos en el agua de pozos artesianos para el consumo humano conforme al D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Ccollpaccota?

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL**

Choque & Quispe (2023), señalan que la NB-512 sobre calidad de agua en la ciudad de Vinto departamento Cochabamba país de Bolivia la calidad del agua es desconocida y supone riesgo con la salud humana, los parámetros de coliformes totales, turbidez, color, manganeso, hierro así como nitrógeno amoniacal son elevados también señala que no hay una correlación significativa con el grado de riesgo para la contaminación y el consumo de agua de pozo, las inspecciones sanitarias son necesarias para determinar y comparar la calidad del agua y esta pueda garantizar un insumo seguro en la ciudad.

Ospina & Cardona (2021), señalan en su artículo de investigación que el elemento aluminio se adhiere de manera natural o de forma artificial señalando que por encima de 0.2 mg/L es perjudicial para la salud señalando que más del 30% de municipios evaluados se encuentran con presencia de aluminio por encima de la norma referido a aguas que serán de consumo humano en la zona central de Colombia.

Rocha et al. (2022), señalan que el estudio comienza con identificación de la zona y estudios técnicos de topografía, meteorología etc., luego de extraer agua de los pozos se analiza para ver si es apto para consumo humano y agricultura previo análisis de laboratorio y todas las agua cumplen con los requisitos de calidad sin embargo algunas muestras no son seguras para beber por la caracterización microbiana, por otro lado solo 2 pozos son aptas para uso agrícola y otros dos con restricciones el agua subterránea puede ser una alternativa pero en muchos casos se necesita tratarla antes de ser consumidos de manera que se trate el agua previamente.

Banguera (2023), concluye que el agua potable está amparado como derecho fundamental de la población la falta con este recurso minimiza el bienestar de vida de las personas y se pueden contraer enfermedades por falta de agua que no llega y no es apta para el consumo humano al no tener la calidad.

Pérez et al., (2003), señalan en su estudio un análisis a fondo de agua subterránea que se usa en Zimapán Hidalgo México donde se investigó 28 parámetros de agua y en 11 lugares diferentes tenía un alto contenido de aguas bicarbonatadas cálcicas en general estas aguas tenían propiedades físicas y químicas normales sin embargo encontraron niveles de Arsénico muy peligrosos en  $550 \mu\text{g}/\text{L}^{-1}$  mucho más altos de lo permitido en la norma NOM-127-SSA1-1994, también señala que durante el estudio se nota cambios importantes con los niveles de parámetros durante febrero y marzo cuando llovía menos, Por otro lado en abril a Julio los niveles de lluvia bajaron, esto probablemente se deba a que las precipitaciones pluviales se infiltran al subsuelo y diluye los contaminantes.

### 1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Chávez et al. (2022), determinaron que la condición del agua para consumo humano tiene un alto costo en potabilización y que las particularidades fisicoquímicas van dentro de los rangos que refiere los estándares de calidad de agua categoría I (ECA) así como también señala que todas las muestras de agua están libres de patógenos como coliformes fecales y también de coliformes totales 3 NMP/mL, también señala que los ciudadanos del departamento de Huancavelica están en peligro de contraer enfermedades causadas por el agua contaminada y expuestos a cierto nivel de riesgo y a contraer algunos malestares encontradas en el agua de consumo humano.

Narváz (2022), determina en su investigación el objetivo es determinar la calidad del agua de pozos en la zona del Porvenir la caña distrito de Virú provincia de Trujillo departamento de la libertad, cuyos resultados obtenidos muestran coliformes totales de 87 - 1175 NMP/100 mL y termotolerantes en un rango 2.7 - 16.1 NMP/100 mL sobrepasando los Límites Máximos permisibles de DS 031 - 2010 SA, también señala que la calidad de agua tiene un impacto directo en nuestra salud.

Caro & Arroyo (2021), señalan que los pozos del caserío de Santo Tomás - Iquitos tomaron 4 muestras de agua de 5 pozos y analizaron el agua de los pozos para ver si es apta o no para las personas y usaron un método canadiense, también señala que los LMP del agua de los pozos son aptas según el DS N° 031-2010-SA, sin embargo algunos pozos muestran el pH con valores de (4 a 5,37) siendo inferior a los LMP y un pozo se seca durante su monitoreo, concluyendo que los pozos artesianos no son aptas para beberse directamente, pero sí puede convertirse en agua potable de excelente calidad si se le aplica un tratamiento convencional por norma.

León (2024), señala que el agua subterránea localizado en el Centro Poblado de Barraza, Trujillo se enfocaron en analizar si el agua tiene microbios o parásitos que podrían ser dañinos para la salud en este estudio también se puede señalar que recolectaron datos numéricos para ver si existía una relación de presencia de microbios y parásitos en el agua subterránea luego compararon para ver si llegó al objetivo que se había fijado sobre

el agua y usaron frascos de color proporcionados por el laboratorio consignando una cadena de custodia con los resultados obtenidos concluye que el agua, No es apta para consumo humano.

### 1.2.3. A NIVEL REGIONAL

Sarmiento (2023), concluye que en casi todos los pozos estudiados en desaguadero el líquido del agua tenía niveles similares de concentración donde señala que los parámetros fisicoquímico están de acuerdo a los límites máximos admisibles y los parámetros microbiológicos no son aptos, la mayoría de los parámetros fisicoquímicos son aptos a excepción de (Dureza 764.68 y Nitrato 51.93) mg/L , por otro lado la concentración de coliformes totales y termotolerantes indican que tienen un alto grado de riesgo para las personas que consumen al no estar clorado, también señala que la conductividad eléctrica lee 832.38  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH, sulfatos 51.39 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$  de concentración, sodio 46.18 mg/L y dentro de la norma de los límites máximos permisibles también señala que los nitratos están en 51.93 mg/L y la dureza excede, siendo un riesgo para la salud.

Gerónimo (2021), Concluye en su investigación que la evaluación de la calidad del agua, realizando tres muestreos independientes donde la característica promedio del recurso hídrico analizado es para el análisis fisicoquímico donde arrojan valores específicos para cada parámetro evaluado: una temperatura de 17.02°C (que influye en procesos biológicos y químicos), sólidos totales disueltos de 492 mg/L (indicando la presencia de minerales y sales), conductividad eléctrica de 1304  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (reflejando la concentración de iones disueltos), un pH de 7.64 (mostrando una ligera alcalinidad cercana a la neutralidad ideal).

Escobar (2024), Concluye que el objetivo fue determinar la calidad del agua en el C.P. Vilca Chile llave para su análisis tuvo acceso a 4 pozos donde se reveló que el agua tiene los siguientes parámetros potencial de hidrógeno (pH) (6,67 y 7,02) ligeramente varía respecto a la norma señalando que cumple, otro parámetro evaluado fue la temperatura con promedio de 14°C, en todas las muestras señala que la capacidad de conducir la corriente eléctrica realiza promedios de entre 97,80  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 117,70  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mostrando

una salinidad mínima, TDS con 711 mg/L, por otro lado los parámetros microbiológicos se encuentran aptos y libre de bacterias así como coliformes totales y fecales mostrando que la calidad de agua en todos los pozos son aceptables para el dispendio humano, considerando este aporte, se evaluará con una metodología muy similar, a la comunidad de Ccollpaccota.

### **1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

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

Evaluar la calidad de agua de los pozos artesianos para el consumo humano de acuerdo a los LMP del D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Ccollpaccota, distrito de Chucuito, Puno 2024.

#### **1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua en pozos artesianos para el consumo humano acorde al D.S. N° 031-2010-SA. en la comunidad de Ccollpaccota.
- Analizar los parámetros microbiológicos del agua en pozos artesianos para consumo humano acorde al D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Ccollpaccota.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. AGUA

El agua es un elemento vital con propiedades esenciales para el ser vivo, en la tierra encontramos este líquido que puede existir en diferentes estados dependiendo de la temperatura y presión natural así como también consume gran cantidad de calor sin que se caliente los cuerpos de agua y ayuda a mantener temperaturas en diferentes condiciones para que se dé la vida gracias a esta propiedad el agua protege de cambios extremos y mantiene la capacidad de proteger a las células donde se encuentra y contiene un 80% del líquido esencial para los seres vivos (Cirelli, 2012).

##### 2.1.2. CALIDAD DE AGUA

Señalan que evaluar la calidad del agua subterránea están relacionados con parámetros físico, químico y biológico caracterizado y comparado con normas vigentes indicando que el agua para consumo humano presentan valores aceptables y caso contrario no reúne condiciones de salubridad y presentaría para la salud de los pobladores un riesgo, recomendando control y monitoreo de la calidad del agua y concluye que las aguas consumidas por los usuarios de la escuela posgrado de la universidad nacional de Trujillo no reúne condiciones de salubridad que exige las normas nacionales. (Castillo et al., 2022).

Señalan que el agua subterránea es fuente de abastecimiento y la calidad del agua es importante dentro de un estudio como el índice de condición debe ser con estudios hidrogeológicos que admitan la viabilidad del lugar y temporal que permita un mejor

manejo del recurso agua y concluye que las investigaciones pueden acentuar más la eficiencia del recurso agua subterránea. (Cerón et al., 2021).

El agua es de necesidad para la vida en todo el globo terráqueo, los gobiernos de turno y la colectividad en su conjunto tienen la responsabilidad de implementar instrumentos de control y acciones para preservar la naturaleza así como reducir la degradación del agua como recurso finito y vulnerable, cada vez es más escaso encontrar en óptimas condiciones, el agua puede ser contaminada directamente perdiendo su calidad, por tanto asegurar la calidad de agua es dando una protección ambiental a cuerpos de agua y toda la biodiversidad circundante (Neri, 2020).

### **2.1.3. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS**

definido por norma:

- Agua cruda: Se refiere al agua natural, extraída directamente de fuentes naturales sin ningún tipo de purificación (DIGESA, 2011).
- Agua tratada: El agua potable es aquella que ha sido tratada para eliminar contaminantes y microorganismos, garantizando así su seguridad para el consumo humano (DIGESA, 2011).
- Agua de consumo humano: El agua potable es esencial para garantizar la salud y el bienestar en los hogares, ya que se utiliza para beber, cocinar y mantener la higiene (DIGESA, 2011).
- Inocuidad: Que es segura para el consumo y no representa ningún riesgo para la salud. (DIGESA, 2011).
- Límite máximo permisible: Los valores máximos admisibles establecen los límites máximos de contaminantes que puede contener el agua para ser considerada apta para el consumo humano (DIGESA, 2011).
- Monitoreo: La empresa de agua potable realiza un monitoreo constante de la calidad del agua, verificando que cumpla con todos los requisitos establecidos en la normativa vigente. (DIGESA, 2011).

- Organización comunal: Colectivos ciudadanos que toman las riendas de la gestión del agua y el saneamiento en sus comunidades (DIGESA, 2011).
- Parámetros microbiológicos: Las bacterias coliformes, por ejemplo, son microorganismos indicadores que revelan la presencia de contaminación fecal en el agua y pueden causar enfermedades (DIGESA, 2011).
- Parámetros organolépticos: El sabor salado, el olor a cloro o la turbidez son ejemplos de características organolépticas del agua que pueden ser percibidas por nuestros sentidos (DIGESA, 2011).
- Parámetros inorgánicos: Los iones de calcio y magnesio son ejemplos de compuestos inorgánicos que pueden encontrarse en el agua potable y que contribuyen a su dureza (DIGESA, 2011).

### **2.1.3. IMPORTANCIA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

La composición del agua que brota de un manantial en una zona calcárea será rica en calcio y bicarbonatos, debido a la disolución de las rocas calizas y estas depende de la presencia de rocas en la zona de estudio (Cerón et al., 2021).

### **2.1.4. POZO ARTESIANO**

Los pozos artesanales (excavados), Son pozos someros de construcción manual o ligeramente mecanizada y con diámetros relativamente grandes (> 1m). Es posible excavar hasta alcanzar el nivel freático el pozo artesiano (Perforados o tubulares): Son los pozos más utilizados para la captación de agua subterránea. Son generalmente con una dimensión transversal que se encuentra en el rango de 4 a 12 pulgadas, La construcción de este túnel se basa en la excavación mecánica del terreno in situ. Soria & Arroyo (2021).

### **2.1.5. PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA**

#### **a. Conductividad eléctrica (C.E)**

La conductividad eléctrica viene a ser una de las medidas numéricas de las capacidades de una solución para que permita el tránsito de corrientes eléctricas y se emplean para evaluaciones de la salinidad del agua. Se expresa en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y está vinculada a las

presencias, movilidades, valencias y concentraciones relativas de cada ion, también a las temperaturas del agua. El agua que es muy pura posee una conductividad muy baja, utilizándose esta medida como un indicador indirecto de las concentraciones de un sólido total o mineral en el agua (Frías & Montilla, 2016).

#### **b. Temperatura ( $T^{\circ}$ )**

Parámetro físico importante en el agua está relacionado con la aceleración o ralentiza la actividad de los microbios estas son fundamentales para convertir el agua en potable con el siguiente proceso que incluye elementos como oxígeno también las mezclas de floculación y sedimentación y su posterior filtración (Barrenechea, 2004).

#### **c. Turbiedad (NTU)**

Cuerpos de agua que resultan con presencia de material en suspensión de forma fina dividida, como arcilla, limos, partícula de sílice y materia orgánica. La evaluación de la cantidad de estos materiales se realiza mediante la medición del grado de turbidez (Frías & Montilla, 2016).

### **2.1.6. PARÁMETROS QUÍMICOS**

#### **a) Cloruros**

El cloruro ( $Cl^{-}$ ) está distribuido en la naturaleza y se ubican en casi todas las fuentes de agua naturales en forma de sales de calcio, magnesio y sodio. El contenido de ( $Cl^{-}$ ) de la muestra de agua natural puede variar según la fuente. El agua de mar, por ejemplo, puede tener un contenido de ( $Cl^{-}$ ) de hasta 19 000 mg/L, mientras que el agua superficial y subterránea suele tener un contenido de ( $Cl^{-}$ ) inferior a 50 mg/L. El ( $Cl^{-}$ ) en el agua natural puede provenir de diversas fuentes, incluidos estratos naturales, depósitos de sal y sedimentos que contienen ( $Cl^{-}$ ). Los organismos marinos tienen una mayor tolerancia al ( $Cl^{-}$ ) en relación con los animales y plantas terrestres, que tienen un rango de tolerancia limitado para el ( $Cl^{-}$ ) (Caro & Arroyo, 2021).

#### **b) Dureza**

La dureza está determinada por la cantidad de minerales que contiene principalmente la proporción igual que el carbonato de calcio, los carbonatos de magnesio también tienen

propiedades alcalinas y se utilizan en diversas aplicaciones, como la neutralización de ácidos (Reyes, 2019).

### **c) Potencial de Hidrógeno (pH)**

El potencial de hidrógeno (pH) viene a ser un indicador que determina las características ácidas, neutras o básicas de una sustancia al calcular la concentración de iones de hidrógeno presentes. Su cálculo se realiza para evaluar posibles efectos de ácido-base originados a causas naturales o de origen humano. Se realiza una determinación in situ del parámetro y se expresa en una valoración de 0 a 14 de (pH) menor a 7 significa ácido, un (pH) mayor a 7 significa que es alcalino, y un (pH) de 7 significa que la sustancia es neutra. La interpretación del (pH) se relaciona con la alcalinidad o acidez titulable, siendo relevante un (pH) que se desvía significativamente por otro lado con valores muy ácidos o muy básicos (Frías & Montilla, 2016).

#### **2.1.7. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS**

Los Coliformes termotolerantes, denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45 °C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales no son indicadores de calidad por su origen” (Larrea et al., 2013, p. 26).

#### **2.1.8. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE CALIDAD DE AGUA.**

El Ministerio de Salud, con el fin de proteger la salud de las personas, ha establecido una serie de reglas con respecto a la calidad del agua que bebemos. Estas reglas especifican los niveles máximos de microorganismos y sustancias fisicoquímicas que puede contener el agua para ser considerada segura para el consumo humano. los detalles contempla los LMP del DS 031- 2010 SA .

**Tabla 01:** Límite Máximo Permitido de parámetro microbiológico para el agua destinada al consumo humano.

| Parámetros                           | Unidad de medida       | Límite máximo permisible |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Bacterias Coliformes Totales         | UFC/100 mL a 35 °C     | 0 (*)                    |
| Bacterias Coliformes Termotolerantes | UFC/100 mL a<br>44.5°C | 0 (*)                    |

UFC = Unidad formadora de colonias

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

**Fuente:** (DS 031-2010 SA)

**Tabla 02:** Niveles máximos aceptables de diversos parámetros, asegurando así la seguridad y potabilidad del agua destinada al consumo humano.

| Parámetro                 | Unidades de medidas                    | Límite permisible máximo |
|---------------------------|--|--------------------------|
| Turbiedad                 | NTU                                    | 5                        |
| pH                        | Valor pH                               | 6.5 a 8.5                |
| Conductividad (25 °C)     | µS/cm                                  | 1 500                    |
| Sólidos totales disueltos | mg / L <sup>-1</sup>                   | 1 000                    |
| Cloruros                  | mg Cl <sup>-</sup> / L <sup>-1</sup>   | 250                      |
| Sulfatos                  | mg SO <sub>4</sub> / L <sup>-1</sup>   | 250                      |
| Dureza total              | mg CaCO <sub>3</sub> / L <sup>-1</sup> | 500                      |
| Nitratos                  | mg NO <sub>3</sub> / L <sup>-1</sup>   | 50                       |
| Sodio                     | mg Na/ L <sup>-1</sup>                 | 50                       |

**Fuente:** (D. S. N° 031-2010-SA).

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

**Pozos artesianos:** Son fuente primaria de agua estas satisfacen las necesidades de las comunidades los pozos son una fuente fiable de abastecimiento y continuo suministro de agua y aprovechamiento directo de acuíferos (Escobar, 2024).

**Calidad:** Un cuerpo de agua que sea lo bastante puro para sustentar la vitalidad de cada pez pueden no ser adecuados para nadar, mientras que el agua apta para las personas y pueden no ser apropiada para las industrias. (Frías & Montilla, 2016).

**Nitrato:** Los nitratos son compuestos nitrogenados esenciales para el crecimiento de las plantas, ya que son una fuente de nitrógeno fácilmente asimilable. (Frías & Montilla, 2016).

**pH:** Se mide directamente en el campo, sin necesidad de llevar muestras al laboratorio esta va referido a los valores de 0 a 14, cuando el de (pH) es menor a 7 indican que es ácida y cuando el (pH) es mayor a 7 refiere a un elemento básico por tanto el (pH) con valor de 7 refiere el (pH) está en neutro. (Frías & Montilla, 2016).

**Sólidos disueltos totales (TDS):** Los sólidos disueltos son las sales minerales y otras sustancias que están completamente disueltas en el agua y pueden atravesar filtros muy finos, La salinidad de las descargas industriales puede evaluarse mediante la medición de la conductividad eléctrica y otros parámetros. Por otro lado, la turbidez del agua, causada por la presencia de sólidos en suspensión como el limo y el plancton, es un indicador de contaminación y afecta su calidad visual. (Frías & Montilla, 2016).

**Sulfatos:** El contenido de esta causa problemas de potabilidad en agua de consumo y en grandes cantidades de sodio y magnesio provocan trastorno gastrointestinal y en aguas naturales muy variable la concentración (Rodríguez et al., 2010).

### 2.2.1. MARCO NORMATIVO

- LEY N° 28611 - LEY GENERAL DEL AMBIENTE.
- NTP 214.003:1987 (revisada el 2021) CALIDAD DE AGUA.

- D.S. N° 031-2010-SA.- “REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO”
- LEY N° 30588 - LA NUEVA LEY CONSTITUCIONAL GARANTIZA EL DERECHO DE TODAS LAS PERSONAS A TENER ACCESO AL AGUA POTABLE, ESTABLECIENDO UN COMPROMISO GRADUAL DEL ESTADO PARA HACER EFECTIVO ESTE DERECHO DECLARADO EN EL ART-7 DE LA CONSTITUCIÓN.
- LEY N° 26842.-” LEY GENERAL DE SALUD”.
- ORGANISMOS REGULADORES (SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SANEAMIENTO).
- D.S. N° 004-2017-MINAM. - DENOMINADO ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA.

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La calidad del agua en pozos artesianos para el consumo humano en la comunidad de Ccollpaccota, distrito de Chucuito, Puno 2024, no es apta para el consumo humano.

### **2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Los parámetros fisicoquímicos de agua en pozos artesianos para el consumo humano en la comunidad de Ccollpaccota, distrito de Chucuito, Puno 2024 no cumplen con la normativa vigente D.S. N° 031-2010-SA.
- Los parámetros microbiológicos del agua de pozos artesianos para el consumo humano en la comunidad de Ccollpaccota, distrito Chucuito, Puno 2024 no cumplen con la normativa vigente D.S. N° 031-2010-SA.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La zona y el área de estudio propiamente se realizó en la jurisdicción de la comunidad de Ccollpaccota distrito de Chucuito a 26 km de la provincia de Puno lado sur de la capital del departamento.

##### 3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE LOS POZOS

|          |                         |
|----------|-------------------------|
| ZONA     | : 19L                   |
| Longitud | : 69°56'48.80" O        |
| Latitud  | : 15°59'1.69" S         |
| NORTE    | : Provincia de Puno     |
| ESTE     | : Distrito de Chucuito  |
| OESTE    | : Distrito de Pichacani |
| SUR      | : Distrito de Plateria  |



**Figura 01:** Localización de la zona de estudio comunidad Ccollpaccota

**Fuente:** Google maps

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### a) POBLACIÓN

La comunidad de Ccollpaccota, cuenta con diez pozos artesianos ubicados en sus propios lotes muy cerca a sus viviendas rústicas, No cuenta con redes de agua potable en tanto los habitantes se abastecen con pozos artesianos elaborado por los mismos propietarios los cuales son utilizados diariamente para su consumo por las familias que viven en el lugar de manera permanentes.

#### b) MUESTRA

La muestra total de tres pozos a conveniencia de donde se obtendrá las muestras para análisis en laboratorio con un total de 3000 mL, por cada pozo se tomará 1000 mL en envases de polietileno, al inicio, intermedio y final de la comunidad de Ccollpaccota debido a que estos son elaborados artesanalmente a nivel superficial en las viviendas, los puntos de muestreos tendrán una distancia considerable muy cercana debido a que los lotes son casi continuos en la comunidad, Muestra 1 (P1), Muestra 2 (P2), Muestra 3 (P3) para evaluar la calidad del agua del subsuelo superficial manantes.



**Figura 02.** Ubicación de cada punto de muestreo en la zona de estudio.

Fuente: Google maps.

### 3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS.

#### 3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El desarrollo de la investigación tendrá un enfoque descriptivo, al tener resultados numéricos con base científica para realizar un análisis de los resultados e interpretación de las mismas.

#### 3.3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación no experimental, posee un control menos riguroso que la experimental y en aquella es más complicado inferir relaciones causales. Pero la investigación no experimental es más natural y cercana a la realidad cotidiana. (Maldonado, 2016).

#### 3.3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Hernández et al. (1997), el enfoque **deductivo-cuantitativo**, Para confirmar si una idea es cierta, los científicos la ponen a prueba mediante experimentos y observaciones, para determinar la calidad de las aguas en cada pozo artesiano, se realizará las comparaciones de cada resultado si cumplen con las normativas vigentes de DIGESA cuyos límites máximos permisibles (LMP) están en el reglamento de calidad de agua para Consumo Humano.

**Tabla 03:** Ubicaciones de cada punto de muestreo.

| PUNTO | Coordenadas WGS84-Z19L |              |
|-------|------------------------|--------------|
|       | MUESTRA                | COORDENADAS  |
| P1-M1 | 15°58'51.37"           | 69°56'39.40" |
| P2-M2 | 15°58'56.32"           | 69°56'33.47" |
| P3-M3 | 15°58'55.47"           | 69°56'27.22" |

### 3.3.4. MATERIALES

#### a. Materiales de campo

- Guantes de nitrilo
- Barbijos quirúrgicos
- Lapicero azul
- Plumón indeleble
- Tablero A4 o pizarra
- Cuaderno de campo
- Hielo industrial
- Balde 2 litros
- Cuerda delgada
- Frasco de vidrio de 1000 mL

#### b. Equipo de campo

- Cooler
- Equipos de protección personal
- Equipo Multiparámetro
- Cámara fotográfica
- GPS

### 3.3.5. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO

- **Para el objetivo específico 01:** Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua en pozos artesianos para el consumo humano acorde al D.S. N° 031-2010-SA. en la comunidad de Ccollpaccota.

#### 3.3.5.1. Identificación de los puntos de muestreo

Se realizó el análisis fisicoquímico del agua en los pozos de la comunidad de Ccollpaccota comparándolos con los estándares con el D.S. N° 031-2010-SA, se tomaron tres muestras establecidas estratégicamente con criterio de conveniencia de inicio, intermedio y final.

#### EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE CAMPO:

Se analizaron los parámetros fisicoquímicos del agua en los pozos artesianos en la comunidad de Ccollpaccota como (Temperatura, Conductividad eléctrica, Turbidez, pH).

- La toma de muestra se llevó con el siguiente proceso:
- Se registraron las coordenadas geográficas de cada pozo artesiano muestreado haciendo uso del GPS.
- Se calibra el multiparámetro antes de realizar las mediciones.
- Se rotuló cada envase. Antes de la toma de muestra, se usó indumentaria adecuada para evitar contaminar, el recojo se hará en (cooler), asegurando su custodia.
- Se recogió 1 litro de agua de cada pozo en botellas de vidrio ámbar previamente esterilizadas y luego se sellaron herméticamente para garantizar la muestra.
- Una vez terminada la toma de muestras, estas se transportaron al laboratorio especializado en condiciones adecuadas utilizando ICE PACKS.
- **Para el objetivo específico 2:** Analizar los parámetros microbiológicos del agua en pozos artesianos para consumo humano acorde al D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Ccollpaccota.
- La determinación de los parámetros microbiológicos se realizó de la siguiente manera (Coliformes termotolerantes) el laboratorio determinará el método de análisis.

#### EJECUCIÓN DEL PROGRAMA EN CAMPO:

Para el caso de los parámetros microbiológicos, se realizó el muestreo in situ, recolectando muestras de agua en campo

- Al momento de tomar las muestras se verificó el estado de los pozos artesianos.
- Se utilizó indumentaria adecuada para evitar contaminar.
- Se registraron las coordenadas de cada pozo artesiano antes de la toma de muestra haciendo uso del GPS.
- Se rotuló cada envase. Antes de la toma de muestra.
- Los envases utilizados se esterilizaron previamente antes de la toma de muestra y posteriormente se protegieron con papel aluminio a fin de evitar la luz ultravioleta.
- Se utilizó un cooler con hielo para trasladar y evitar el calentamiento de los envases, asegurándose su custodia.
- Terminada la toma de muestras, se transportaron al laboratorio en condiciones adecuadas usando cooler.

**Tabla 04:** Operacionalización de variables en la investigación.

| VARIABLES  | Dimensión  | Indicadores             | Escala de Medida                     |  |
|--|--|-------------------------|--------------------------------------|--|
| VARIABLE<br>INDEPENDIENTE                              | Físico   | Temperatura             | °C                                   |  |
|  |  | Turbidez                | UNT                                  |  |
|  |  | Conductividad eléctrica | µS / cm                              |  |
|  |  | pH                      | unidad                               |  |
|  |  | Sulfatos                | mg SO <sub>4</sub> / L <sup>-1</sup> |  |
|  | Parámetros<br>físicoquímicos y<br>microbiológicos                      | Química                 | Dureza total                         | mg CaCO <sub>3</sub> / L <sup>-1</sup> |
|  |  |                         | Nitratos                             | mg NO <sub>3</sub> / L <sup>-1</sup>   |
|  |  |                         | Sodio                                | mg Na / L <sup>-1</sup>                |
|  |  | Microbiológico          | Coliformes totales                   | UFC/100 mL                             |
|  |  |                         | Coliformes<br>a<br>termotolerantes   | UFC/100 mL                             |
| VARIABLE<br>DEPENDIENTE;                               | Apto Para el<br>Consumo<br>de<br>Agua D.S.<br>N° humano<br>031-2010-SA | SI                      | Cumple con los LMP                   |  |
| Calidad<br>de<br>Agua D.S.<br>N° humano<br>031-2010-SA |  | NO                      | No cumple con los<br>LMP             |  |

**Fuente:** (Decreto Supremo N° 031-2010-SA, 2010).

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- Variable independiente: Parámetros físicoquímicos y bacteriológicos
- Variable dependiente: Calidad del agua

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Esta investigación adopta un enfoque de tipo *descriptivo*, ya que su propósito principal consiste en examinar y documentar los fenómenos en su contexto natural, sin alterar ni

manipular las condiciones en las que ocurren. En otras palabras, se busca captar y registrar las características y comportamientos de los eventos tal como suceden, manteniendo una postura neutral y sin intervención. Para el procesamiento y análisis de la información microbiológica, se aplicaron herramientas estadísticas que incluyen cálculos de tendencia central, como el promedio, la mediana y la moda, así como indicadores de dispersión, entre los que se encuentran la desviación estándar y la varianza. Asimismo, se llevó a cabo la identificación de valores atípicos o extremos, lo que permitió una comprensión más completa y precisa de la distribución y variabilidad de los datos. Este enfoque metodológico garantiza una representación fiel y detallada de los resultados obtenidos.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La investigación da como resultado un análisis de calidad de agua, en los pozos de mayor consumo dentro del área de estudio. La selección de estos puntos de muestreo se basó en la presencia y consumo de agua constante de habitantes en el lugar lo que facilitó la recolección de muestras de agua in situ. Estas muestras fueron posteriormente analizadas en laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano (Laboratorio de Control de Calidad), también se mandó al Instituto Nacional de Innovación Agraria laboratorios de (Análisis de Agua) con el objetivo de garantizar que los resultados obtenidos reflejaron de manera real y precisa las condiciones de la calidad y permitió evaluar la concentración de diversos parámetros, tanto fisicoquímicos como microbiológicos, proporcionando una información relevante del estado del recurso hídrico en la zona.

Fue necesario analizar las propiedades fisicoquímicos del agua, como, el (pH), (C.E), temperatura, turbiedad, nitratos, sodio, dureza total. También se consideró el parámetro Microbiológico conforme al reglamento de la calidad del agua y los resultados de estos análisis serán importantes para saber si el agua de la zona es segura para consumirla. Al analizar el agua de cada pozo por separado se pudo ver si había diferencias respecto a la calidad del agua entre ellos y tener una idea más clara de la situación en cada lugar.

La investigación aporta información valiosa sobre la calidad del agua en el distrito de Chucuito comunidad Ccollpaccota y sectores, lo cual es fundamental para la salud y el bienestar de los habitantes. Los datos que recolectamos nos permiten saber si necesitan

tomar medidas para asegurar que el agua que llega a sus hogares sea segura y no cause problemas de salud.

#### 4.1 PARÁMETRO FÍSICOQUÍMICO EN AGUA DE POZO PARA CONSUMO HUMANO.

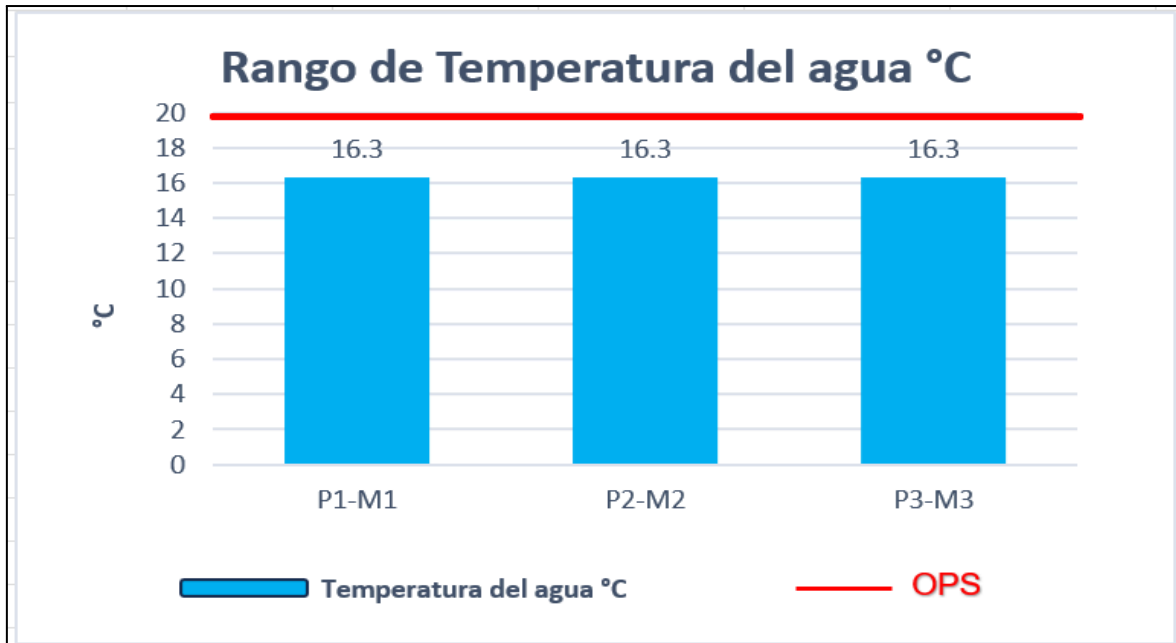
##### 4.1.1. PARÁMETROS FÍSICOS

##### - TEMPERATURA

Los resultados obtenidos en la medición de temperatura de los tres pozos que fueron muestreados indican que los valores registrados son iguales, manteniendo una misma temperatura en cada uno de estos pozos en 16.30 °C, lo que sugiere que las condiciones térmicas en los tres puntos de muestreo son bastante uniformes y no presentan variaciones significativas. Este dato refleja que, en términos de temperatura, los pozos comparten características similares, lo que podría estar relacionado con factores como la profundidad, las condiciones ambientales del entorno o el flujo de agua subterránea, Gerónimo (2021) señala en en la zona distrito de Mañazo también encontró temperaturas de 17.02 °C en todas las muestras analizadas, donde señala que influye en procesos biológicos y químicos.

**Tabla 05:** Valores de temperatura de agua de pozo

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | PARÁMETRO |
|---------|-------------|------------|-----------|
|         | WGS-84 Z19L |            |           |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | °C        |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 16.30     |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 16.30     |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 16.30     |



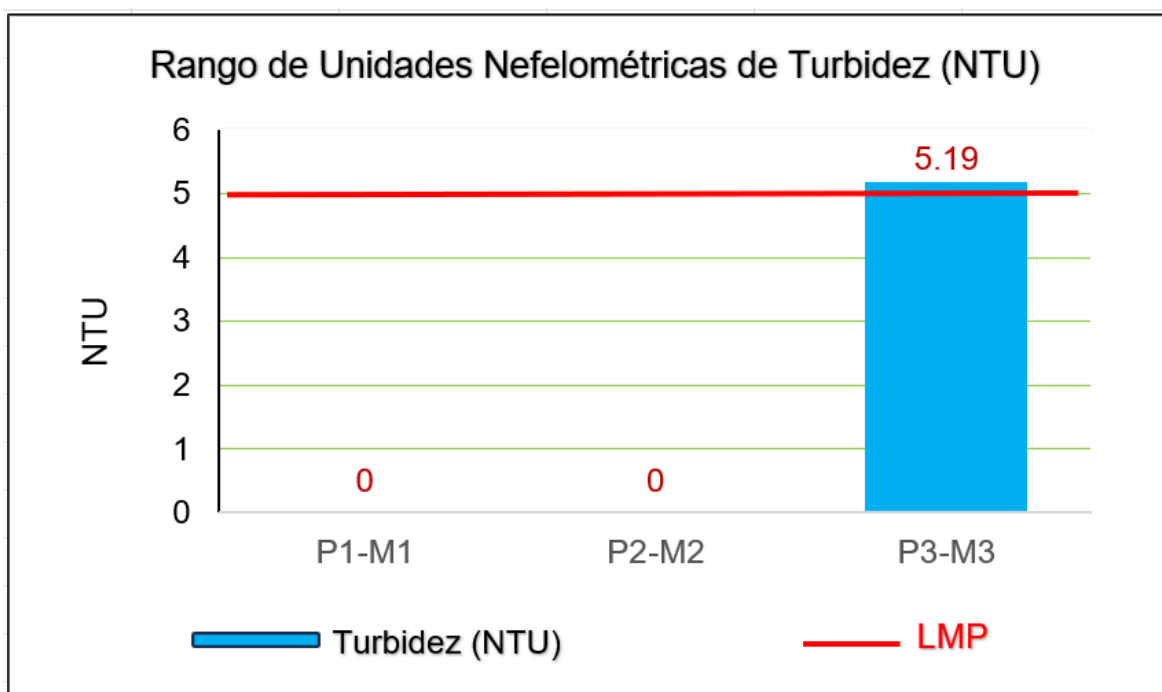
**Figura 03:** Valores de Temperatura del agua.

#### - TURBIEDAD

El propósito del reglamento es garantizar agua segura, los resultados obtenidos demuestran que los pozos P1-M1 y P2-M2 se encuentran dentro del reglamento para calidad de agua, pero el pozo P3-M3 está fuera de lo permitido y presenta ligeramente turbidez, lo cual es un indicador negativo. La baja turbidez o nula sugiere una mínima presencia de sedimentos, microorganismos o sustancias coloidales en dos muestras, pero no se puede señalar lo mismo del tercero y esto podría comprometer la calidad del recurso hídrico. Por tanto, estos datos respaldan la conclusión de que el agua evaluada en los tres puntos de muestreo no está en la misma condición y sobre todo el tercero no es apta para el consumo indicando que requiere un tratamiento.

**Tabla 06:** Turbidez de los pozos artesianos

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | PARÁMETRO       |
|---------|-------------|------------|-----------------|
|         | WGS-84 Z19L |            |                 |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | Turbiedad (NTU) |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 0,00            |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 0,00            |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 5,19            |



**Figura 04:** Valores de turbidez

Los resultados obtenidos demuestran que, dos pozos mantienen una calidad óptima según estándares internacionales y normativas técnicas nacionales, al registrarse un valor nulo pero el tercero está ligeramente fuera de los límites máximos permisibles para agua de consumo humano. La nula turbidez no solo sugiere una mínima interferencia de partículas, sino que también están asociados a la salud, los pozos analizados con el mismo parámetro en (5.70 y 18) NTU según la norma (NB-512) en Bolivia, Vinto (Choque

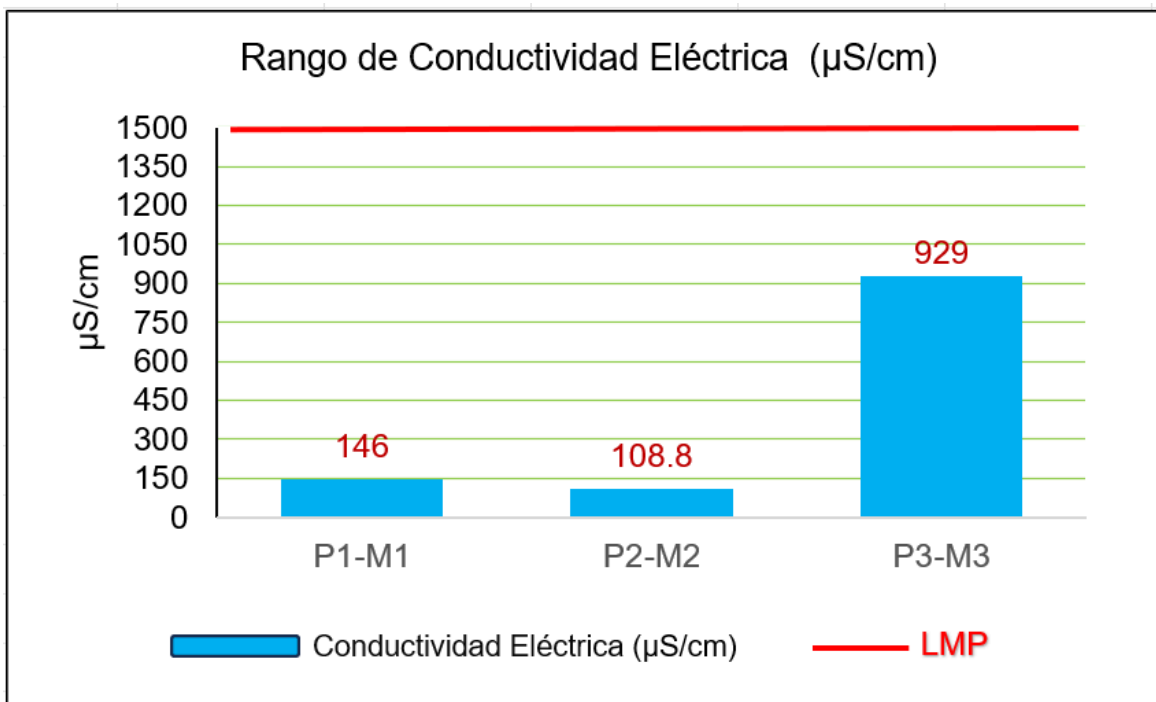
& Quispe, 2023). sobrepasan mucho más que los analizados en Ccollpaccota con valor máximo de 5.19 NTU.

### - CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Los resultados de los análisis de laboratorio mostraron que la conductividad eléctrica del agua en los pozos artesianos se encuentra dentro de los valores establecidos por la normativa. En el pozo P1-M1 se registró un valor de 146,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que en el pozo P2-M2 se obtuvo una lectura de 108,80  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . y el último pozo P3-M3 presentó un valor de 929,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Todos estos resultados están por debajo de reglamento donde señala que 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  es como máximo valor establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, lo que confirma que el agua de estos pozos cumple con los valores máximos permisibles y es apta para su uso según los estándares de calidad vigentes. donde señala los rangos considerados como seguros para el consumo humano, y que no provoca ningún riesgo tanto en la salud como al medio ambiente.

**Tabla 07:** Conductividad eléctrica (C.E).

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | PARÁMETRO |
|---------|-------------|------------|-----------|
|         | WGS-84 Z19L |            |           |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | C.E       |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 146.00    |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 108.80    |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 929.00    |



**Figura 05:** Valores de Conductividad eléctrica.

Los valores presentados en la figura 03 indican que las muestras obtenidas de los pozos artesianos evaluados cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecido en el DS N° 004-2017-MINAM, específicamente en la Categoría 'I', Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. Además, los resultados analizados se ajustan a los Límites Máximos Permisibles (LMP) contemplados en el DS N° 031-2010-SA, con un valor máximo registrado de 929 µS/cm, el cual se encuentra dentro de lo permitido. Cabe mencionar que, en otras provincias, como Desaguadero, se han reportado valores similares, alcanzando 832.38 µS/cm, por lo que señale que Sarmiento (2023), también analizó similares valores en sus muestras de agua de pozos artesianos que cumplen con la normativa vigente en cuanto a los Límites Máximos Permisibles.

## 4.2 PARÁMETROS QUÍMICOS

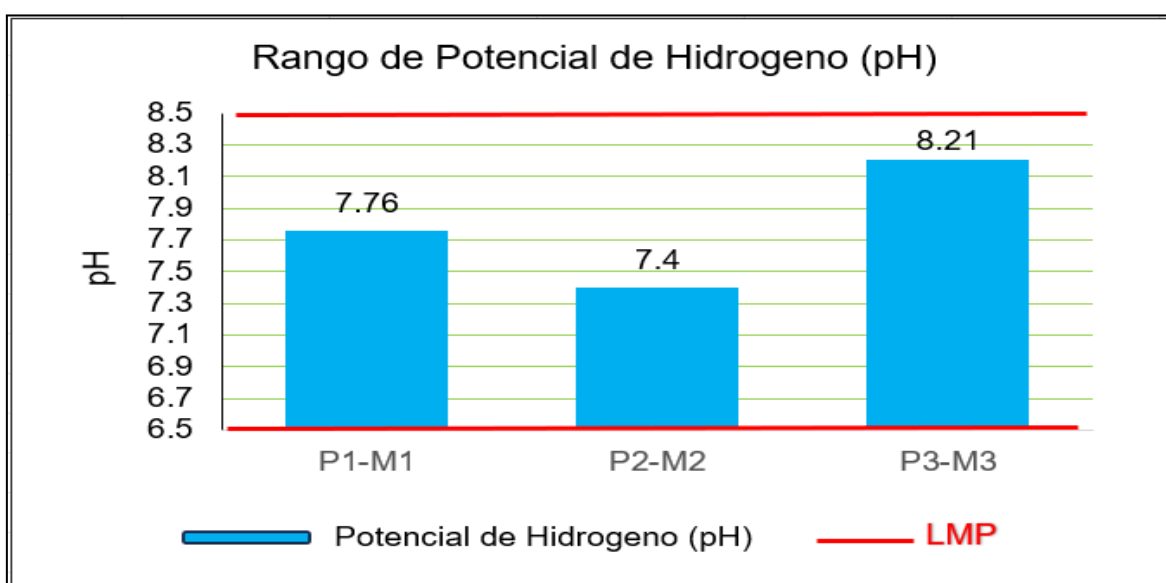
### - Potencial de Hidrógeno (pH)

Se señala que los valores registrados para este parámetro se encuentran dentro de lo que establece el DS N° 031-2010-SA cuya denominación es el Reglamento de la Calidad del Agua vigente en el Perú consignando los límites máximos permisibles así como

también indica que los resultados no implican riesgo al ambiente como tampoco a la salud humana cuyos resultados son los siguientes, el agua de pozo referente a la muestra (P1-M1) se registró el (pH) con 7.76 unidades, en el agua de pozo referente a la muestra (P2-M2) se registró el (pH) con 7.40 unidades y el agua de pozo referente a la muestra (M3) se registró el (pH) con 8.21 unidades.

**Tabla 08:** Potencial de Hidrógeno (pH).

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | PARÁMETRO |
|---------|-------------|------------|-----------|
|         | WGS-84 Z19L |            |           |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | pH        |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 7,76      |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 7,40      |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 8,21      |



**Figura 06:** Valores de Potencial Hidrógeno.

Los resultados de la tabla 04 muestra los valores leídos con respecto a los pozos artesianos de la comunidad de ccollpaccota, éstos se encuentran dentro del rango permitido por el DS N° 031-2010 SA, también señale que estos valores son mayores a los obtenidos por Escobar (2023) en el distrito de llave donde indica que registró un rango

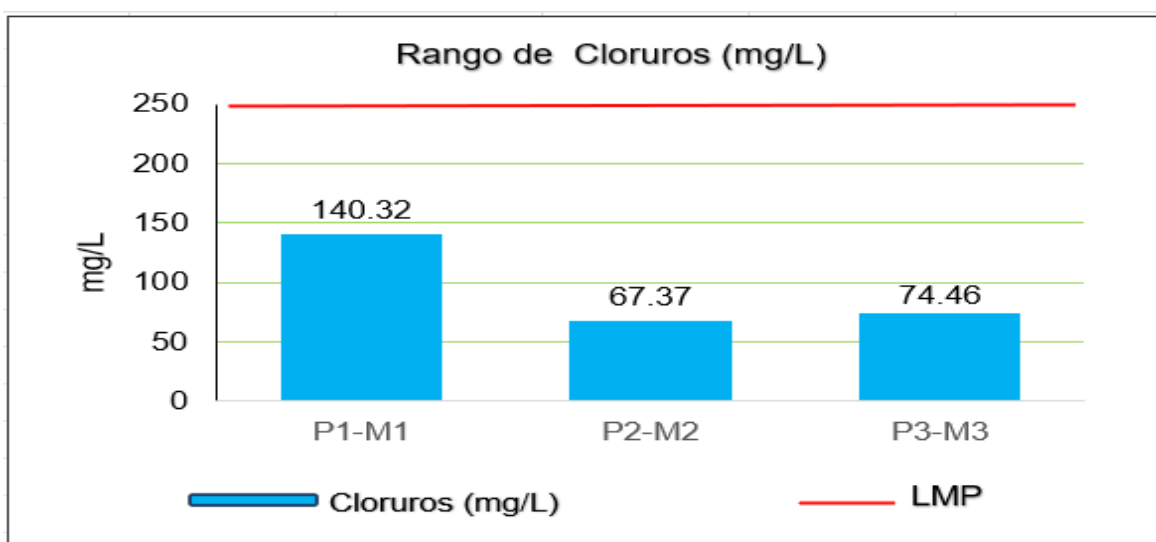
de (6,67 y 7,02) pH que está ligeramente ácido a neutro pero que cumple con los LMP establecidos.

### - CLORUROS

Los análisis de los pozos artesianos revelaron que el pozo (P1-M1) muestra un valor de 140.32 mg/L, la muestra del segundo pozo (P2-M2) presenta un valor de 67.37 mg/L y el último pozo (P3-M3) presenta un valor de 74,46 mg/L, todas estas concentraciones son menores a lo establecido por la normativa nacional DS N° 031-2010-SA LMP para calidad de agua potable.

**Tabla 09:** Cloruros de los pozos artesianos.

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | PARÁMETRO       |
|---------|-------------|------------|-----------------|
|         | WGS-84 Z19L |            |                 |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | Cloruros (mg/L) |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 140,32          |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 67,37           |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 74,46           |



**Figura 07:** Concentración de Cloruros.

Los resultados señalados por escobar en la zona de llave encontró que los cloruros (33,39 - 57,38 mg/L) están dentro de los parámetros de los LMP para calidad de agua

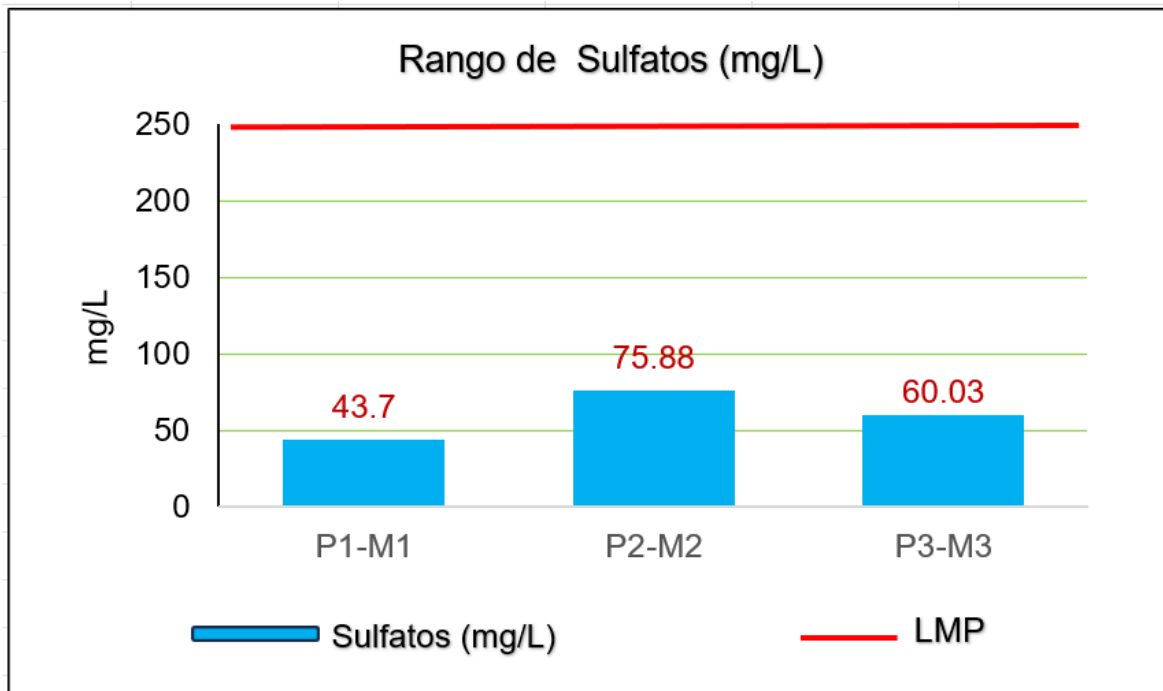
Escobar (2024), sin embargo, del mismo modo la zona de la comunidad de ccollpaccota se ha encontrado con valores menores a los establecidos en el DS N° 031-2010-SA concluyendo que las aguas de estos pozos son aptas para consumir sin ningún riesgo para la salud.

#### - SULFATOS

Los análisis de agua realizados en los pozos artesianos P1-M1 se encontró con valores de 43,70 mg/L, la muestra P2-M2 con valores de 75,88 mg/L y la última muestra de P3-M3 con valor de 60,03 mg/L, la concentración de sulfatos se encuentra por debajo del Límite Máximo Permisible (LMP) de 250 mg/L establecido en el DS N° 031-2010-SA, que regula la calidad del agua para consumo humano en Perú. Estos datos no solo reflejan un indicador positivo de la calidad del agua, sino que también confirma su aptitud para el consumo humano, ya que cumple con los estándares normativos vigentes.

**Tabla 10:** Sulfatos de los pozos artesianos.

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | PARÁMETRO       |
|---------|-------------|------------|-----------------|
|         | WGS-84 Z19L |            |                 |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | Sulfatos (mg/L) |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 43,70           |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 75,88           |
| P3 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 60,03           |



**Figura 08:** Concentración de Sulfatos.

Si bien los niveles de sulfatos del agua de pozo son inferiores a 250 mg/L, comparando los resultados de esta información con otras investigaciones como el caso de Desaguadero, donde se encuentran con valores más bajos en promedio a 51.39 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$ . Sarmiento (2023) en ambos estudios los valores de las concentraciones de sulfatos están dentro de los LMP para la calidad del agua.

#### - DUREZA TOTAL

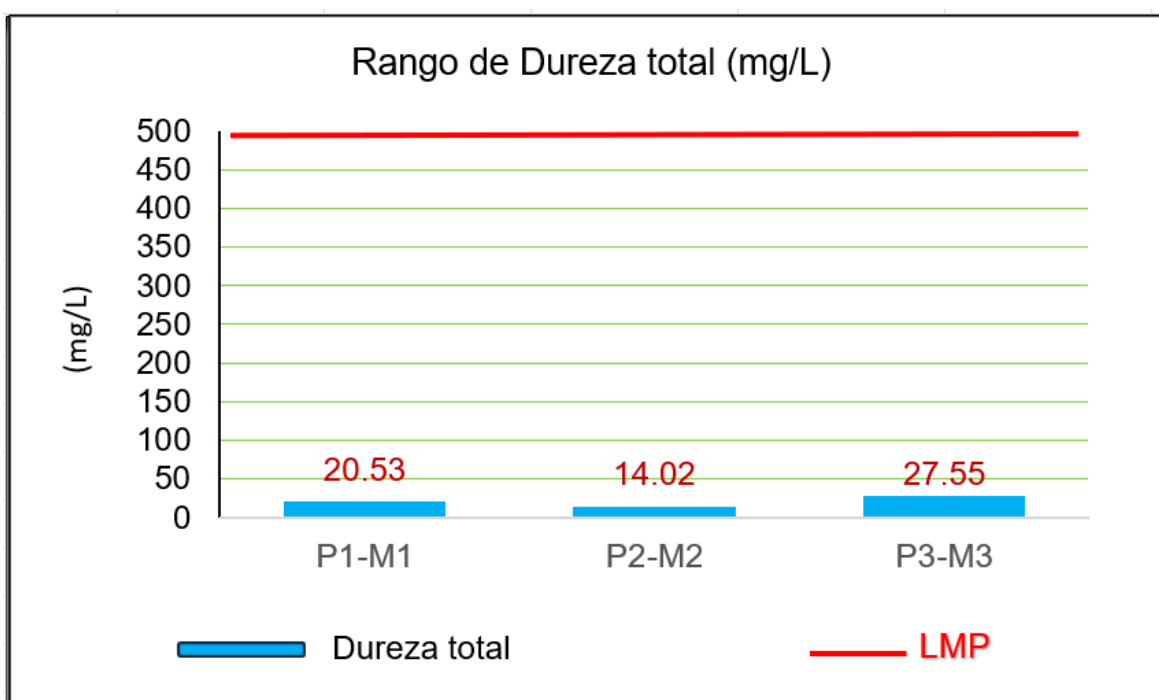
Los resultados de los análisis de agua en la zona muestreada indica que el pozo artesiano P1-M1 tiene un valor de 20,53 mg/L, para el pozo artesiano P2-M2, un valor de 14,02 mg/L y para el pozo artesiano P2-M3, un valor de 27,55 mg/L, concluyendo que este parámetro en los 3 pozos está dentro de la norma referido a la calidad de agua para el consumo humano. La dureza del agua, indica la cantidad de minerales disueltos pero que están dentro de los límites máximos permitidos cuya base legal es el DS N° 031-2010-SA lo que garantiza que el agua es segura para consumir y no causa ningún impacto negativo.

Los análisis de agua en la zona muestreada arrojan resultados alentadores: el pozo P1-M1 registra 20,53 mg/L, el P2-M2 muestra 14,02 mg/L, y el P3-M3 alcanza 27,55

mg/L. Estos valores confirman que los tres pozos cumplen con los estándares de calidad para agua potable. Además, la dureza del agua, que refleja la presencia de minerales disueltos, también se mantiene dentro de los límites permitidos según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. En resumen, el agua de estos pozos es segura para el consumo humano y no representa ningún riesgo para la salud.

**Tabla 11:** Dureza total de los pozos artesianos.

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | PARÁMETRO           |
|---------|-------------|------------|---------------------|
|         | WGS-84 Z19L |            |                     |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | Dureza total (mg/L) |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 20,53               |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 14.02               |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 27,55               |



**Figura 09:** Valores de Dureza total.

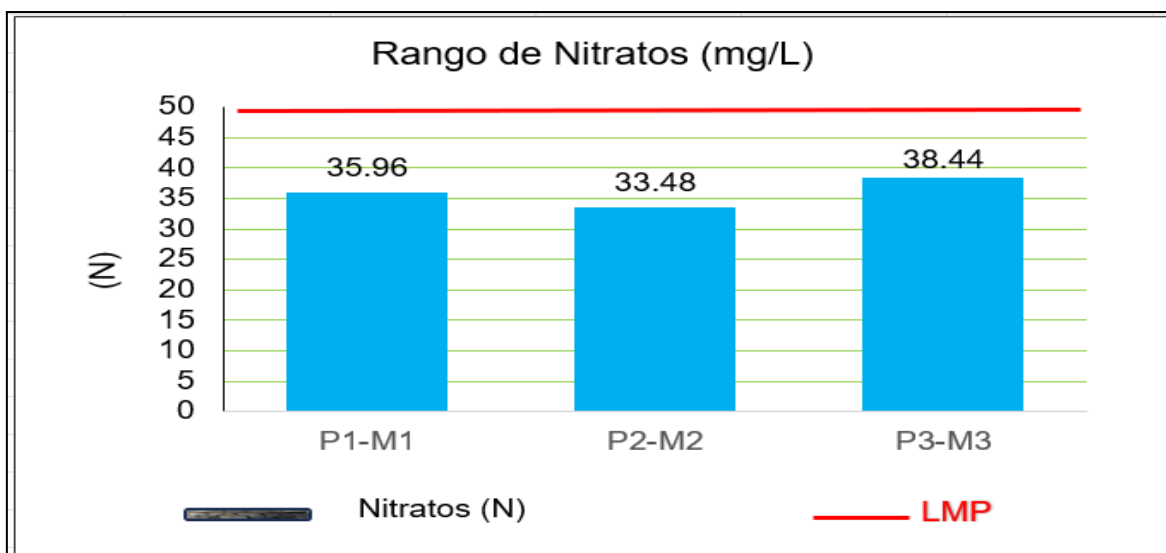
Los valores de dureza total en los pozos muestreados de Ccollpaccota están dentro de lo normal con muy poca presencia de minerales por debajo de 500 mg/L y que no pueden causar daños a la salud o medio ambiente, esta característica es diferente a lo que señala Sarmiento (2023) indicando que el agua de pozo en Desaguadero excede este parámetro hasta 764.68 mg/L a tal punto que considera un riesgo para la salud.

#### - NITRATOS

El análisis de la calidad del agua en los pozos revela la presencia de nitratos en un acuífero superficial, con valores de P1-M1 registra 35,96 mg/L, el P2-M2 muestra 33,48 mg/L, y el P3-M3 alcanza 38,44 mg/L, lo que significa que se encuentra dentro de los Límites máximos permisibles, para calidad de agua de consumo humano.

**Tabla 12:** Nitratos en las aguas de pozos artesianos.

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | PARÁMETRO       |
|---------|-------------|------------|-----------------|
|         | WGS-84 Z19L |            |                 |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | Nitratos (mg/L) |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 35,96           |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 33,48           |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 38,44           |



**Figura 10:** Valores de Nitrato.

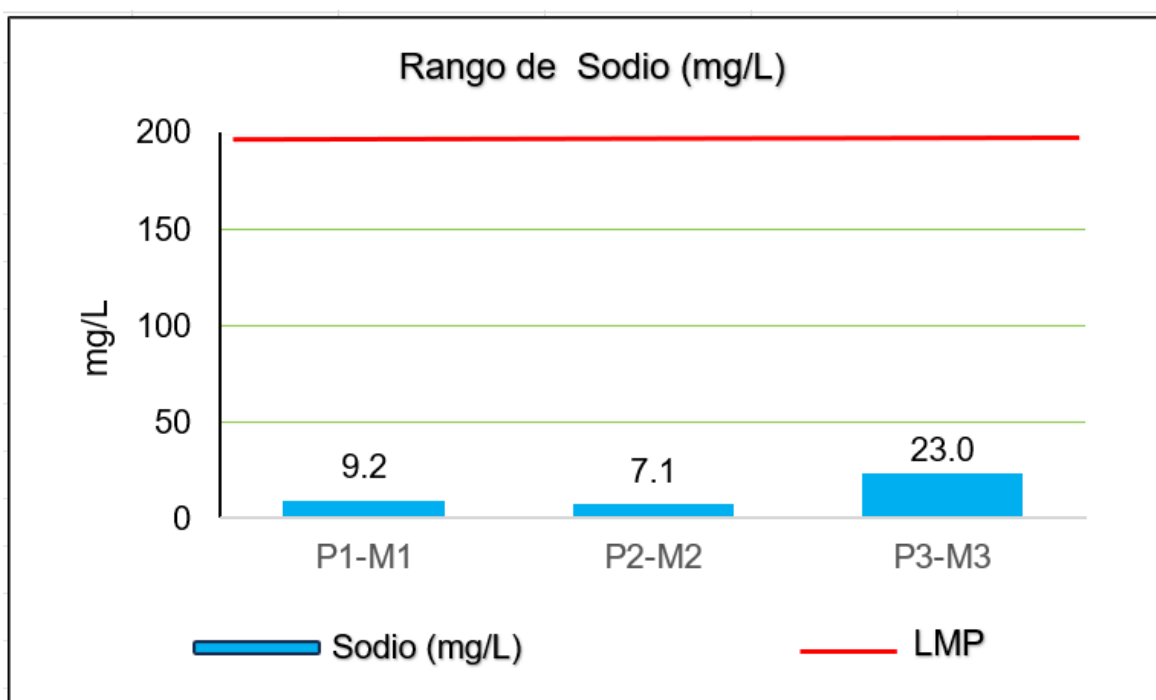
Los valores lecturados en Nitratos se encuentran dentro de lo normal con un valor máximo de 38,44 mg/L y de lo que establece los LMP para calidad de agua, en tanto no se puede señalar lo mismo en la zona de Desaguadero que excede este parámetro con un valor promedio de 51.93 mg/L, a tal punto que considera un riesgo para la salud. Sarmiento (2023).

#### - SODIO

Los niveles de sodio analizados presentaron valores con un rango de P1-M1 9.20 mg/L, para la muestra P2-M2 valores de 7,10 mg/L y el último punto P3-M3 con una concentración de 23,00 mg/L concentración (Muy Baja). Al evaluar las tres muestras de la zona de estudio se observa que los valores están dentro de los LMP para calidad de agua.

**Tabla 13: Sodio de los pozos**

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | PARÁMETRO    |
|---------|-------------|------------|--------------|
|         | WGS-84 Z19L |            |              |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | Sodio (mg/L) |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 9,20         |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 7,10         |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 23,00        |



**Figura 11:** Concentración de Sodio en aguas de pozo

Los valores registrados de Sodio se encuentran con concentraciones muy bajas, con un valor máximo de 23.00mg/L y de lo que establece los LMP para calidad de agua, en tanto no se puede señalar lo mismo en la zona de Desaguadero, Sarmiento (2023) donde también se encontró ligeramente similares a estos valores con un valor promedio de 46,18 mg Na/L, y se considera que no afecta la salud como tampoco afecta al medio ambiente.

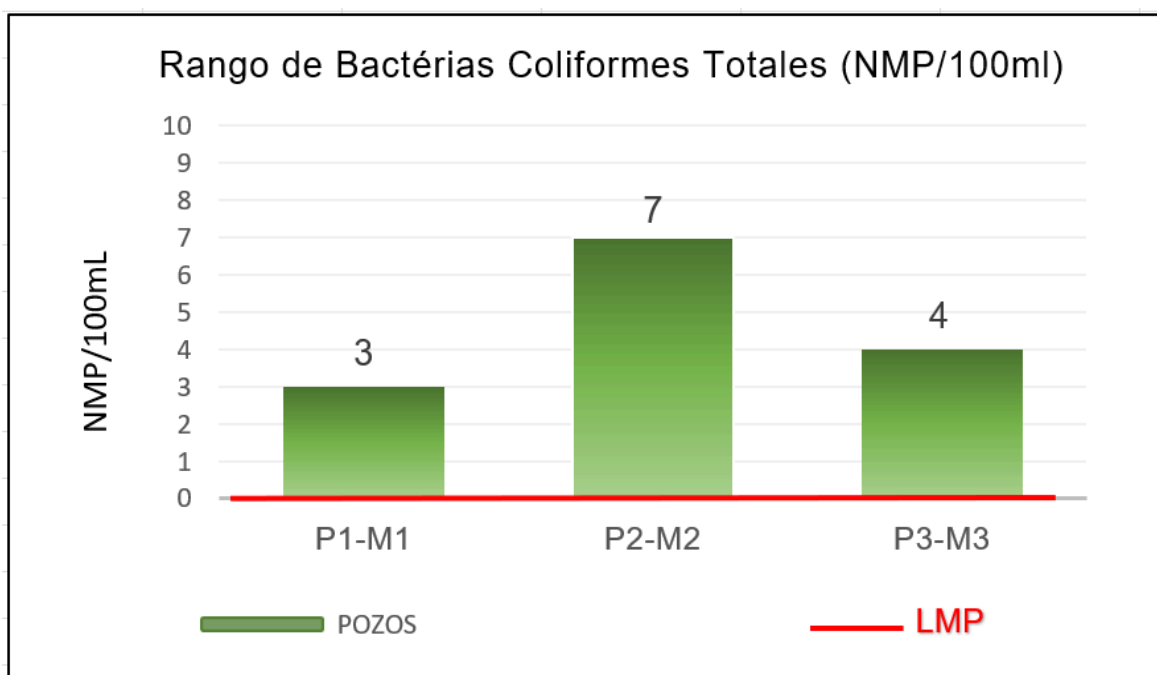
### 4.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:

#### - COLIFORMES TOTALES:

El agua de los pozos más consumidos en la comunidad de Ccollpaccota presenta niveles de coliformes totales que exceden los límites permitidos, de acuerdo con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA. Este incumplimiento se observó en todos los pozos analizados, siendo el pozo P2-M2 el que registró la concentración y la más alta.

**Tabla 14:** Coliformes totales en aguas de pozos

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | Límites Máximos Permisibles                  |
|---------|-------------|------------|--|
|         | WGS-84 Z19L |            |  |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | Bacterias coliformes totales<br>(NMP/100 mL) |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | 3  |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | 7  |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | 4  |



**Figura 12:** Coliformes Totales, datos de laboratorio Anexo 03

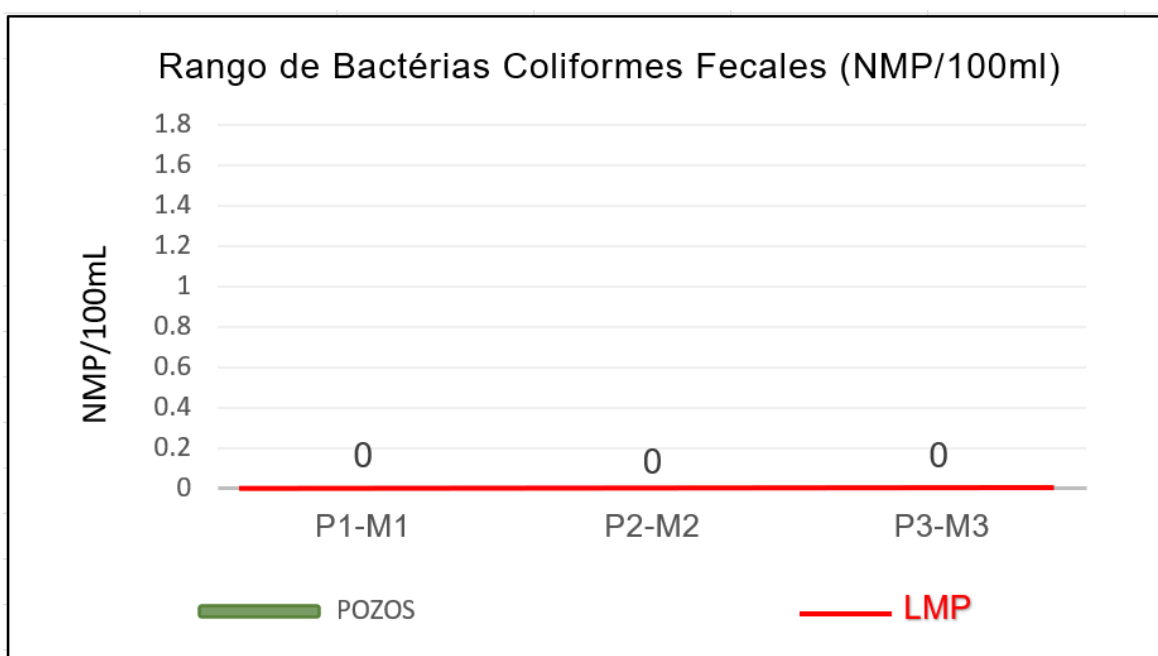
Según los datos reportados por Narváez (2022) en el departamento de La Libertad, los valores de Coliformes Totales oscilan entre 87 y 1175 NMP/100 ml, lo que evidencia un incumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la calidad del agua. En contraste, en Ccollpacota, aunque los valores son significativamente más bajos, también superan la norma establecida en el D.S. N° 031-2010-SA-DIGESA, que fija un Límite Máximo Permissible de 0 NMP/100 ml para coliformes totales. Los resultados obtenidos en Ccollpacota (3, 7, 4 NMP/100 ml) indican que el agua no es apta para consumo humano sin un tratamiento previo, ya que no cumple con los estándares de seguridad requeridos.

**- COLIFORMES TERMOTOLERANTES O FECALES:**

Los coliformes termotolerantes o fecales en los pozos de la comunidad Ccollpaccota tienen una concentración muy baja por debajo de lo que señala los límites máximos permisibles (LMP), según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA- DIGESA) en todos los pozos evaluados la concentración es menor a uno.

**Tabla 15:** Coliformes Termotolerantes o Fecales

| PUNTOS  | COORDENADAS |            | Límites Máximos Permisibles                       |
|---------|-------------|------------|---|
|         | WGS-84 Z19L |            |   |
| MUESTRA | ESTE        | NORTE      | Bacterias Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) |
| P1 M1   | 399024.05   | 8232749.05 | <1  |
| P2 M2   | 399113.02   | 8232785.20 | <1  |
| P2 M3   | 399259.61   | 8232763.42 | <1  |



**Figura 13:** Coliformes termotolerantes o fecales.

Narváez en la zona del Porvenir la caña distrito de Virú provincia de Trujillo departamento de la Libertad, Narváez (2022), obtuvo resultados por encima de lo que establece los Límites Máximos Permisibles del DS N° 031 - 2010 SA mostrando un rango de 2.7 - 16.1 NMP/100 ml sobrepasando la norma y para el caso de la comunidad de Ccollpaccota tiene valores por debajo de <1 NMP/100 ml en los tres pozos muestreados señalando que está por debajo de lo que establece los LMP para coliformes termotolerantes y que no afecta a la salud.

**Tabla 16:** Resumen de método estadístico de análisis de parámetros microbiológicos.

|                     | <b>Bacterias coliformes<br/>totales (NMP/100ml)</b> | <b>Coliformes Termotolerantes<br/>(NMP/100ml)</b> |
|---------------------|---|---|
| Media               | 4,67  | <1.00   |
| Mediana             | 4,00  | <1.00   |
| Moda                | 0,00  | <1.00   |
| Varianza            | 4,33  | 0.00  |
| Desviación estándar | 2,08  | 0.00  |
| Rango               | 4,00  | 0.00  |
| Mínimo              | 3   | <1.00   |
| Máximo              | 7   | <1.00   |
| Suma                | 14.00   | <3.00   |

**a) Cálculos para Coliformes Totales:**

- **Media.** La media se calcula como *promedio* sumando todos los valores y dividiendo entre el número de datos.

$$\text{Media} = \frac{3+7+4}{3} = 4.67$$

- **Mediana.** La mediana es el *valor central* de los datos ordenados. Como hay 3 números, el segundo valor es la mediana.

$$\text{Coliformes Totales} = 3, 4, 7$$

$$\text{Mediana} = 4$$

- **Moda.** La moda es el valor que *más se repite*. En este caso, todos los números aparecen una vez, por lo que no hay moda.

Moda = No existe

**Varianza.** La varianza mide la *dispersión* de los datos respecto a la media.

*Paso 1:* Calcular la media (x):

$$X = 4.67$$

**Paso 2:** Calculando las diferencias al cuadrado de cada dato respecto a la media:

$$(3 - 4.67)^2 = (-1.67)^2 = \mathbf{2.79}$$

$$(4 - 4.67)^2 = (-0.67)^2 = \mathbf{0.45}$$

$$(7 - 4.67)^2 = (2.33)^2 = \mathbf{5.43}$$

**Paso 3:** Calculando la varianza ( $s^2$ ):

$$S^2 = \frac{2.79 + 0.45 + 5.43}{2} = \frac{8.67}{2} = 4,33$$

- **Desviación Estándar.** La desviación estándar es la *raíz cuadrada de la varianza*.

$$X = \sqrt{4.33} = 2.08$$

- **Rango.** El rango es la diferencia entre el valor *máximo* y el valor *mínimo*.

$$\text{Rango} = (7 - 3) = 4$$

- **Mínimo y Máximo.**

El valor mínimo es:           Mín. = 3

El valor máximo es:         Máx. = 7

- **Suma.**

La suma de los números es:  $3 + 4 + 7 = 14$

#### **b) Cálculos para Coliformes Termotolerantes o Fecales:**

- **Media.** La media se calcula sumando todos los valores y dividiendo entre el número de datos.

$$\text{Media} = \frac{1+1+1}{3} = 1$$

- **Mediana.** La mediana es el valor central de los datos ordenados. Como hay 3 números, el segundo valor es la mediana.

Coliformes Termotolerantes = 1, 1, 1

Mediana = 1

- **Moda.** La moda es el valor que más se repite. En este caso, todos los números aparecen tres veces, por lo que existe la moda.

Moda = 1

**Varianza.** La varianza mide la dispersión de los datos respecto a la media.

*Paso 1:* Calcular la media ( $\bar{x}$ ):

$$\bar{x} = 1$$

*Paso 2:* Calculando las diferencias al cuadrado de cada dato respecto a la media:

$$(1 - 1)^2 = (0)^2 = 0$$

$$(1 - 1)^2 = (0)^2 = 0$$

$$(1 - 1)^2 = (0)^2 = 0$$

*Paso 3:* Calculando la varianza ( $s^2$ ):

$$s^2 = \frac{0+0+0}{3} = \frac{0}{3} = 0$$

- **Desviación Estándar.** La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza.

$$s = \sqrt{0} = 0$$

- **Rango.** El rango es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo.

$$\text{Rango} = (1 - 1) = 0$$

- **Mínimo y Máximo.**

El valor mínimo es:                      Mín. = 1

El valor máximo es:                      Máx. = 1

- **Suma.**

La suma de los números es:  $1 + 1 + 1 = 3$

#### 4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados y análisis realizados sobre las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua de pozos artesianos destinados al consumo humano en la comunidad de Ccollpaccota muestran la siguiente concentración, En cuanto a los parámetros físicos, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP), con la excepción del pozo tres, donde se observó un ligero exceso en los niveles de turbiedad, lo que indica la presencia de partículas en suspensión que podrían afectar la claridad del agua. Por otro lado, los parámetros químicos evaluados se mantienen dentro de los rangos considerados normales, lo que sugiere que no hay contaminación

significativa por sustancias químicas. Sin embargo, los parámetros bacteriológicos presentan valores que superan los LMP establecidos indicando la presencia de microorganismos que representan un riesgo para la salud. Los resultados concluyen que el agua de los pozos en Ccollpaccota no es apta para el consumo humano sin un tratamiento previo que garantice su seguridad.

Choque & Quispe (2023), señalan que la calidad de agua en la ciudad de Vinto departamento Cochabamba país de Bolivia, el parámetro de coliformes totales, exceden la NB-512 no siendo segura, en el caso de la comunidad de Ccollpacota los tres pozos se encuentran fuera de los LMP establecido en el DS N° 031-2010 SA señalando que no cumple con un agua segura, Chávez et al. (2022), determinaron que la condición del agua para consumo humano tiene un alto costo en potabilización en tanto los parámetros fisicoquímicos cumplen con la calidad de agua y están libres de coliformes fecales y coliformes totales, en el caso de Ccollpaccota los valores de coliformes totales son (3, 7, 4 NMP/100 mL) indicando que el agua está contaminada y No cumple con los estándares de calidad de agua para consumo humano. Narváez (2022), determina en su investigación el objetivo de la calidad del agua de pozos en la zona del Porvenir la Caña distrito de Virú provincia de Trujillo departamento de la Libertad, cuyo resultados obtenidos muestran coliformes totales de 87 - 1175 NMP/100 ml y termotolerantes en un rango 2.7 - 16.1 NMP/100 ml sobrepasando los (LMP) del DS 031 - 2010 SA, los valores son mucho más que los analizados en Ccollpacota, Sarmiento (2023), concluye que en casi todos los pozos estudiados en desaguadero el líquido del agua tenía parámetros fisicoquímicos que están dentro de los (LMP) y los parámetros microbiológicos No son aptos, para la conductividad eléctrica registro 832.38  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Sulfatos 51.39 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$ , Sodio 46.18 mg/L señalando que está dentro de la norma, también señala que los Nitratos están en 51.93 mg/L. Por otro lado en la zona de Ccollpacota los mismos parametros estan dentro de los LMP con valores de 20.53 - 27.55 mg/L y para Nitrato 53,96 – 38,44 mg/L, también señalaré que la conductividad eléctrica en esta zona se encuentra como máximo en 926  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y sulfatos en 75,88 mg/L como máximo estos

valores cumplen con los LMP no siendo un riesgo para la salud. Escobar (2024), señala que el objetivo fue determinar la calidad del agua en el C.P. vilcachile llave para su análisis tuvo acceso a 4 pozos donde se reveló que el agua tiene los siguientes parámetros, potencial de hidrógeno (pH) (6,67 y 7,02) ligeramente varía respecto a la norma señalando que cumple, otro parámetro evaluado fue la temperatura con promedio de 14°C en todas las muestras, el parámetro TDS con 711 mg/l, temperatura en los pozos de la comunidad de Ccollpaccota todos los pozos están con 16.30 °C encontrándose dentro de la norma.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** El agua de pozo artesiano que consumen los habitantes de la comunidad de Ccollpaccota, ubicada en el distrito de Chucuito, cumple con los estándares de calidad en cuanto a los parámetros fisicoquímicos, es apta, a excepción de la turbidez. Sin embargo, la situación es diferente para los parámetros microbiológicos de coliformes totales, que no cumplen con lo establecido en el DS N° 031-2010-SA (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano).

**SEGUNDA** .- La calidad del agua en los 3 pozos artesianos tiene los siguientes valores: pH (7.76, 7.4, 8.21), Temperatura (16.3°C, 16.3°C, 16.3°C), Conductividad eléctrica (146 µS/cm, 108.8 µS/cm, 929 µS/cm), Dureza total (20.53 mg/L, 14.02 mg/L, 27.55 mg/L), Sulfatos (43.7 mg/L, 75.88 mg/L, 60.03 mg/L), Turbidez (0,0 NTU, 0.0 NTU, 5,19 NTU); Cloruros (140.32 mg/L, 67.37 mg/L, 74.46 mg/L) Nitratos (35.96 mg/L, 33.48 mg/L, 38.44 mg/L) Sodio (9.2 mg/L, 7.1 mg/L, 23.0 mg/L) los parámetros fisicoquímicos analizados se encuentran dentro de los rangos establecidos a excepción del parámetro físico del pozo tres turbiedad que está ligeramente elevado.

**TERCERA.** - Los análisis microbiológicos en los pozos de Ccollpaccota muestran que los niveles de coliformes totales superan los LMP del DS N° 031-2010 SA, mientras que los coliformes termotolerantes son menores a uno o casi nulos, estando dentro de los límites máximos permisibles. El exceso de coliformes totales representa un riesgo para la salud de la población, asociado a factores como la falta de cloración.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA.** A La Municipalidad del distrito Chucuito, tomar en consideración la presente investigación de análisis de calidad de agua para que puedan ampliar parámetros adicionales, como metales pesados, lo cual sería de gran importancia, ya que permitiría asegurar la calidad del recurso hídrico y proporcionar confianza a la población respecto al agua que consumen, esta medida favorece a la comunidad de Ccollpaccota.

**SEGUNDA.** A la Junta Administradora de servicio de saneamiento JASS, Sensibilizar y capacitar con un plan de monitoreo a los comuneros de Ccollpaccota con el manejo de agua de pozo, así como su conservación y cloración del agua frente a los análisis registrados para un mejor control de parámetros bacteriológicos y obtener aguas más seguras con calidad apta para consumo humano.

**TERCERA.** Con el fin de asegurar la calidad del agua, se exhorta a la oficina responsable del servicio de agua de la municipalidad distrital de Chucuito, analizar los parámetros microbiológicos en los pozos de las comunidad de Ccollpaccota periódicamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banguera, R. I. (2023). *Análisis de la problemática del servicio de agua potable en Buenaventura. Historia y privatización.*
- Barrenechea, M. Q. A. (s. f.). *CAPÍTULO 1 ASPECTOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA.*
- Caro, J. A., & Arroyo, G. J. A. (2021). *Calidad de las aguas de pozos artesianos del caserío de Santo Tomas del distrito de San Juan Bautista.*  
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7714>
- Castillo, D. E. vereau, Tuesta Collantes, L., & Salazar Saldaña, S. E. (2022). Evaluación de la calidad del agua subterránea durante la pandemia por covid-19 en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 24(2), 219-234. <https://doi.org/10.36390/telos242.02>
- Cerón, L. M., Sarria, J. D., Torres, J. S., Soto-Paz, J., Cerón, L. M., Sarria, J. D., Torres, J. S., & Soto-Paz, J. (2021a). Agua subterránea: Tendencias y desarrollo científico. *Información tecnológica*, 32(1), 47-56.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100047>
- Chávez, A. E. R., Humani, A. L. L., Yauri, H. Y., & Ataucusi, R. R. (2022). Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la ciudad de Huancavelica. *Revista Científica Siglo XXI*, 2(2), 16-25. <https://doi.org/10.54943/rcsxxi.v2i2.191>
- Choque, M. R., & Quispe, L. A. (2023). Evaluación del riesgo de contaminación y la calidad de agua de consumo humano en pozos autoadministrados en el distrito central del municipio de Vinto, Cochabamba – Bolivia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 4966-4981.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7325](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7325)
- Cirelli, A. F. (2012). *El agua: Un recurso esencial.*
- Coliformes termotolerantes 21.* (s. f.).
- DIGESA. (2011). *Decretos Supremos N° 031-2010-SA .- DS N° 031-2010-SA, Apruébese*

*el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano | SIAR Cajamarca | Sistema de Información Ambiental Regional de Cajamarca.*  
<https://siar.regioncajamarca.gob.pe/normas/ds-ndeg-031-2010-sa-apruebese-reglamento-calidad-agua-consumo-humano>

Escobar, M. K. yohana. (2024). *Kristel Yohana ESCOBAR MOLINA.*

Frias, Q. T. D. M., & Montilla, C. L. (2016). *Tatiana De María Frías Quiñones Lizeth Montilla Cabudiva.*

Leon, L. M. (2024). *Para optar el título profesional de: Ingeniero Ambiental.*

Maldonado, T. (2016). *Artículo Investigación No Experimental.* calameo.com.  
<https://www.calameo.com/read/0048329507d8ee25d9a6c>

Narváz, R. W. R. (2022). Evaluación de la Calidad de Agua de los Pozos Sector Porvenir la Caña, Distrito de Virú y su Ulterior Potabilización: Evaluation of the Water Quality of the Wells of the Porvenir la Caña Sector, District of Viru and its Subsequent Potabilization. *SENDAS*, 3(1), 65-94.  
<https://doi.org/10.47192/rcs.v3i1.80>

Neri, J. corbari. (2020). *16 los permisos negociables y agua: ¿posible uso?*

Ospina, Z. G., & Cardona, G. O. H. (2021). Evaluación de la contaminación por aluminio del agua para consumo humano, región central de Colombia. *Inge CuC*, 17(2), 31-41. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.17.2.2021.04>

Pérez, M. F., García, F. P., Hernández, A. R., Vidal, C. A. G., Santillán, Y. M., Gómez, C. R., Ovando, A. C., Ávila, J. A. R., & Esteban, E. B. (2003). Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor de agua de Zimapán, Estado de Hidalgo, México. *HIDROBIOLÓGICA*, 13(2), Article 2.

Rocha, E. D. S., Aquino, R. J. H., & Cayo, C. N. G. (2022). Caracterización hidroquímica de aguas subterráneas dentro del área de cobertura del caudal Cajamarca, Bolivia. *Ingeniería*, 33(1). <https://doi.org/10.15517/ri.v33i1.50946>

Rodríguez, I. A., Silva, R. M. P., & Reyes, A. M. (2010). *Determinación de sulfato por el método turbidimétrico en aguas y aguas residuales. Validación del método.*


- Sarmiento, M. N. (2023). *Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua de pozos para consumo humano de la zona periférica de desaguadero puno 2022.*
- Soto. (2010). La dureza del agua como indicador básico de la presencia de incrustaciones en instalaciones domésticas sanitarias. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 11(2), 167-177. <https://doi.org/10.22201/ifi.25940732e.2010.11n2.014>
- Barrenechea, M. Q. A. (2004). *Capítulo 1 aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua.*
- Caro, J. A., & Arroyo, G. J. A. (2021). *Calidad de las aguas de pozos artesianos del caserío de Santo Tomas del distrito de San Juan Bautista.* <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7714>
- Gerónimo; Mamani william. (2021). *Determinación De Calidad Fisicoquímica Del Agua En El Manantial Aladino VI Mañazo – Puno 2020.*

## ANEXOS

**Anexo 01: Matriz de consistencia: CALIDAD DE AGUA EN POZOS ARTESIANOS PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLPACCOTA, DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO 2024**


| PROBLEMAS  | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS  | VARIABLES   | METODOLOGÍA  |
|--|--|--|---|--|
| <p><b>GENERAL</b></p> <p>¿Cómo es la calidad del agua en pozos artesianos para consumo humano en la comunidad de Collpaccota del distrito de Chucuito - Puno, 2024?</p>  | <p><b>GENERAL</b></p> <p>Evaluar la calidad de agua de los pozos artesianos para el consumo humano de acuerdo a los LMP del D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Collpaccota, distrito de Chucuito, Puno 2024.</p>   | <p><b>GENERAL</b></p> <p>La calidad del agua en pozos artesianos para el consumo humano en la comunidad de Collpaccota, distrito de Chucuito, Puno 2024, no es apta para el consumo humano.</p>  | <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>V1: Calidad Agua para consumo humano, Según DS N° 031-2010-SA</p> | <p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Descriptiva</p> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <p>Descriptiva no experimental</p> <p><b>Área de la investigación</b></p> <p>Distr. Chucuito, comunidad de Collpaccota.</p>  |
| <p><b>ESPECÍFICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos en el agua de pozos artesianos para el consumo humano de acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Collpaccota?</li> <li>¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos en el agua de pozos artesianos para el consumo humano conforme al D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Collpaccota?</li> </ul> | <p><b>ESPECÍFICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua en pozos artesianos para el consumo humano acorde al D.S. N° 031-2010-SA. en la comunidad de Collpaccota</li> <li>Analizar los parámetros microbiológicos del agua en pozos artesianos para consumo humano acorde al D.S. N° 031-2010-SA en la comunidad de Collpaccota</li> </ul> | <p><b>ESPECÍFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los parámetros fisicoquímicos de agua en pozos artesianos para el consumo humano en la comunidad de Collpaccota, distrito de Chucuito, Puno 2024 no cumplen con la normativa vigente D.S. N° 031-2010-SA.</li> <li>Los parámetros microbiológicos del agua de pozos artesianos para el consumo humano en la comunidad de Collpaccota, distrito Chucuito, Puno 2024 no cumplen con la normativa vigente D.S. N° 031-2010-SA</li> </ul> | <p><b>Variable Independiente.</b></p> <p>V2: Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos</p>            | <p><b>Método</b></p> <p>DIGESA D.S. N° 031-2010-SA denominado "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano".</p> <p><b>Población</b></p> <p>La población de estudio se encuentra conformada por 10 pozos.</p> <p><b>Muestras</b></p> <p>Está conformada por 3 pozos.</p> |

**Anexo 02: Análisis fisicoquímico de muestras de agua de pozo**



**PERÚ**

**Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego**



**inia**  
Instituto Nacional de Innovación Agraria

### ANÁLISIS DE AGUA

|  |  |
|--|--|
| Análisis N°:                                 |  |
| Fecha de Entrada: 23 de Enero del 2025       |  |
| Fecha de Certificación: 29 de Enero del 2025 |  |
| Sistema de Riego:                            |  |

Localización: Calidad de Agua en Pozos Artesianos Para Consumo Humano en la Comunidad de Collpaccota, Distrito de Chucuito - Puno 2024. Tipo de Agua Manante. 3990024.05/8232749.05 Interesado Anibal Jamachi Quispe.


| Determinaciones |              |                            |
|-----------------|--------------|----------------------------|
| pH              | 7,76         |                            |
| C.E.            | 146,00       | 25°C (µS/cm)               |
| Sales Totales   | 305,00       | (mgr/L)                    |
| Dureza Total    | 20,53        | CaCO <sub>3</sub> (G.H.F.) |
| R.A.S.          | 3,57         |                            |
| Temperatura     | 16,30        | °C                         |
| Turbiedad       | 0,00         | NTU                        |
| <b>CATIONES</b> | <b>meq/l</b> | <b>mg/l</b>                |
| Calcio          | 0,40         | 8,01                       |
| Magnesio        | 3,70         | 44,99                      |
| Potasio         | 0,10         | 3,91                       |
| Sodio           | 0,40         | 9,20                       |
| <b>TOTAL</b>    | <b>4,60</b>  |                            |
| <b>ANIONES</b>  | <b>meq/l</b> | <b>mg/l</b>                |
| Cloruros        | 2,30         | 140,32                     |
| Sulfatos        | 0,91         | 43,70                      |
| Carbonatos      | 0,00         | 0,00                       |
| Bicarbonatos    | 0,02         | 1,22                       |
| <b>TOTAL</b>    | <b>3,23</b>  |                            |

| Representación grafica | Muy baja | Bajo | Normal | Alto | Muy alto |
|------------------------|----------|------|--------|------|----------|
| pH                     |          |      |        |      |          |
| C.E.                   |          |      |        |      |          |
| Sales Totales          |          |      |        |      |          |
| Dureza Total           |          |      |        |      |          |
| R.A.S.                 |          |      |        |      |          |
| S.C.R.                 |          |      |        |      |          |
| Índice de Scott        |          |      |        |      |          |
| Boro                   |          |      |        |      |          |
| Sodio                  |          |      |        |      |          |
| Nitratos               |          |      |        |      |          |
| Cloruros               |          |      |        |      |          |
| Bicarbonatos           |          |      |        |      |          |

| Otras Determinaciones            | Resultado |       |
|----------------------------------|-----------|-------|
|                                  | meq/l     | mg/l  |
| Nitratos (N de NO <sub>3</sub> ) | 0,58      | 35,96 |
|                                  |           |       |
|                                  |           |       |
|                                  |           |       |

|   |
|---|
| Clasificación Riverside: <b>C1S1</b>  |
| R.A.S Aguas de buena calidad  |
| S.C.R: -/-  |
| Tipo de Agua: Semi blanda   |
| Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de Calidad Ambiental): Aguas Excelente a buena. |




Ing. Jorge Canhwa Rojas  
Responsable Laboratorio Sede Illpa Puno

Firma


www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n  
Puno. Puno. Perú  
T: (051)363-812

**Figura 14: Muestra de pozo N° 01 comunidad Ccollpaccota.**



**PERÚ**  
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



**inia**  
Instituto Nacional de Innovación Agraria

### ANÁLISIS DE AGUA

|                         |                      |  |
|-------------------------|----------------------|--|
| Análisis N°:            |                      |  |
| Fecha de Entrada:       | 23 de Enero del 2025 |  |
| Fecha de Certificación: | 29 de Enero del 2025 |  |
| Sistema de Riego:       |                      |  |


Localización: Calidad de Agua en Pozos Artesianos Para Consumo Humano en la Comunidad de Collpaccota, Distrito de Chucuito - Puno 2024. Tipo de Agua Manante. 399113.02/8232785.20 Interesado Anibal Jamachi Quispe.

| Determinaciones |              |                            |
|-----------------|--------------|----------------------------|
| pH              | 7,40         |                            |
| C.E.            | 108,80       | 25°C (uS/cm)               |
| Sales Totales   | 78,30        | (mgr/L)                    |
| Dureza Total    | 14,02        | CaCO <sub>3</sub> (G.H.F.) |
| R.A.S.          | 3,94         |                            |
| Temperatura     | 16,30        | °C                         |
| Turbiedad       | 0,00         | NTU                        |
| <b>CATIONES</b> | <b>meq/l</b> | <b>mg/l</b>                |
| Calcio          | 0,30         | 6,01                       |
| Magnesio        | 2,50         | 30,40                      |
| Potasio         | 0,10         | 4,09                       |
| Sodio           | 0,30         | 7,10                       |
| <b>TOTAL</b>    | <b>3,20</b>  |                            |
| <b>ANIONES</b>  | <b>meq/l</b> | <b>mg/l</b>                |
| Cloruros        | 1,90         | 67,37                      |
| Sulfatos        | 1,58         | 75,88                      |
| Carbonatos      | 0,00         | 0,00                       |
| Bicarbonatos    | 0,02         | 1,22                       |
| <b>TOTAL</b>    | <b>3,50</b>  |                            |

| Representación grafica | Muy baja | Bajo | Normal | Alto | Muy alto |
|------------------------|----------|------|--------|------|----------|
| pH                     |          |      |        |      |          |
| C.E.                   |          |      |        |      |          |
| Sales Totales          |          |      |        |      |          |
| Dureza Total           |          |      |        |      |          |
| R.A.S.                 |          |      |        |      |          |
| S.C.R.                 |          |      |        |      |          |
| Índice de Scott        |          |      |        |      |          |
| Boro                   |          |      |        |      |          |
| Sodio                  |          |      |        |      |          |
| Nitratos               |          |      |        |      |          |
| Cloruros               |          |      |        |      |          |
| Bicarbonatos           |          |      |        |      |          |

| Otras Determinaciones            | Resultado |       |
|----------------------------------|-----------|-------|
|                                  | meq/l     | mg/l  |
| Nitratos (N de NO <sub>3</sub> ) | 0,54      | 33,48 |
|                                  |           |       |
|                                  |           |       |

|  |
|--|
| Clasificación Riverside: C151  |
| R.A.S Aguas de buena calidad aptas   |
| S.C.R: -   |
| Tipo de Agua: Semi blanda  |
| Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de la Organización Mundial de la Salud): Agua de buena calidad apta para consumo humano. |



Ing. Jorge Calhuan Rojas  
Responsable Laboratorio Sede Illpa Puno

Finna

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n  
Puno, Puno, Perú  
T: (051)363-812

Figura 15. Muestra de pozo N° 02 comunidad Ccollpaccota.



PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



ANÁLISIS DE AGUA

|                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| Análisis N°:            |                      |
| Fecha de Entrada:       | 23 de Enero del 2025 |
| Fecha de Certificación: | 29 de Enero del 2025 |
| Sistema de Riego:       |                      |

Localización: Calidad de Agua en Pozos Artesianos Para Consumo Humano en la Comunidad de Collpaccota, Distrito de Chucuito – Puno 2024. Tipo de Agua **Manante**. 399259.61/8232763.42 Interesado Aníbal Jamachi Quispe.

| Determinaciones |             |                            |
|-----------------|-------------|----------------------------|
| pH              | 8,21        |                            |
| C.E.            | 929,00      | 25°C (uS/cm)               |
| Sales Totales   | 305,00      | (mgr/L)                    |
| Dureza Total    | 27,55       | CaCO <sub>3</sub> (G.H.F.) |
| R.A.S.          | 1,65        |                            |
| Temperatura     | 16,30       | °C                         |
| Turbiedad       | 5,19        | NTU                        |
| <b>CATIONES</b> | meq/l       | mg/l                       |
| Calcio          | 0,80        | 16,03                      |
| Magnesio        | 4,70        | 57,15                      |
| Potasio         | 0,16        | 6,25                       |
| Sodio           | 1,00        | 23,00                      |
| <b>TOTAL</b>    | <b>6,66</b> |                            |
| <b>ANIONES</b>  | meq/l       | mg/l                       |
| Cloruros        | 2,10        | 74,46                      |
| Sulfatos        | 1,25        | 60,03                      |
| Carbonatos      | 0,00        | 0,00                       |
| Bicarbonatos    | 0,12        | 7,32                       |
| <b>TOTAL</b>    | <b>3,47</b> |                            |

| Representación grafica | Muy baja | Bajo | Normal | Alto | Muy alto |
|------------------------|----------|------|--------|------|----------|
| pH                     |          |      |        |      |          |
| C.E.                   |          |      |        |      |          |
| Sales Totales          |          |      |        |      |          |
| Dureza Total           |          |      |        |      |          |
| R.A.S.                 |          |      |        |      |          |
| S.C.R.                 |          |      |        |      |          |
| Índice de Scott        |          |      |        |      |          |
| Boro                   |          |      |        |      |          |
| Sodio                  |          |      |        |      |          |
| Nitratos               |          |      |        |      |          |
| Cloruros               |          |      |        |      |          |
| Bicarbonatos           |          |      |        |      |          |

| Otras Determinaciones            | Resultado |       |
|----------------------------------|-----------|-------|
|                                  | meq/l     | mg/l  |
| Nitratos (N de NO <sub>3</sub> ) | 0,62      | 38,44 |
|                                  |           |       |
|                                  |           |       |

|   |
|---|
| Clasificación Riverside: <b>C3S1</b>  |
| R.A.S Aguas utilizables con precauciones  |
| S.C.R: --   |
| Tipo de Agua: Semi dura   |
| Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de Calidad y Programa): Agua buena y admisible. |




Ing. Jorge Camilla Rojas  
Responsable Laboratorio Sede Illpa Puno  
Firma

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n  
Puno. Puno. Perú  
T: (051)363-812

Figura 16. Muestra de pozo N° 03 comunidad Ccollpaccota.

**Anexo 03:** Análisis bacteriológico de muestras de agua de pozo



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD "LCC"

N.º 0003

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PROCEDENCIA : CCOLLPACCOTA-CHUCUITO-PUNO

INTERESADO : Anibal Janachi Quispe

PROYECTO : CALIDAD DE AGUA EN POZOS ARTESIANOS PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD DE CCOLLPACCOTA DISTRITO DE CHUCUITO - PUNO 2024

MOTIVO : Proyecto de investigación de tesis

ANÁLISIS : Microbiológico

FECHA DE MUESTREO : 23/01/2025, por el interesado

FECHA DE RECEPCION : 23/01/2025


ANÁLISIS : 23/01/2025

COD. MUESTRA : 8009-000717

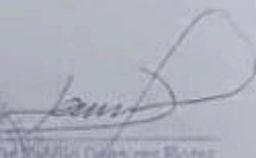
**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS:**

| MUESTRA/CODIGO | Coliformes Totales<br>NMP/100ml | Coliformes Fecales<br>NMP/100ml |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| P-1            | 3                               | <1                              |
| P-2            | 7                               | <1                              |
| P-3            | 4                               | <1                              |

Puno, C.U. 27 de enero del 2025.  
VºBº



M.sc. LUZ MARINA TORRES PONCE  
MAESTRO EN INGENIERIA QUÍMICA  
FIC. 1006-01-10000



Dr. Roberto Delgado Flores  
DECANO DE LA F.I.Q.  
UNA - PUNO

\* El LCC-FAQ no garantiza la procedencia ni la buena práctica de toma de la muestra ya que el interesado ingresa la muestra directamente al laboratorio.  
Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química – Cel.: 951755420

**Figura 17:** Análisis microbiológico 3 muestras representativas.

**Anexo 04:** Decreto Supremo N° 031-2010-SA - DIGESA

**ANEXO I**

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

| <b>Parámetros</b>   | <b>Unidad de medida</b> | <b>Límite máximo permisible</b> |
|---|-------------------------|---------------------------------|
| 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.   | N° org/L                | 0                               |
| 6. Virus  | UFC / mL                | 0                               |
| 7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos | N° org/L                | 0                               |

UFC = Unidad formadora de colonias

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

Fuente: Decreto Supremo N° 031-2010-SA

Fuente: Decreto Supremo N° 031-2010-SA

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

| Parámetros                   | Unidad de medida                                 | Límite máximo permisible |
|------------------------------|--|--------------------------|
| 1. Olor                      | ---  | Aceptable                |
| 2. Sabor                     | ---  | Aceptable                |
| 3. Color                     | UCV escala Pt/Co                                 | 15                       |
| 4. Turbiedad                 | UNT  | 5                        |
| 5. pH                        | Valor de pH                                      | 6,5 a 8,5                |
| 6. Conductividad (25°C)      | µmho/cm  | 1 500                    |
| 7. Sólidos totales disueltos | mgL <sup>-1</sup>                                | 1 000                    |
| 8. Cloruros                  | mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>               | 250                      |
| 9. Sulfatos                  | mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> L <sup>-1</sup> | 250                      |
| 10. Dureza total             | mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>             | 500                      |
| 11. Amoniacó                 | mg N L <sup>-1</sup>                             | 1,5                      |
| 12. Hierro                   | mg Fe L <sup>-1</sup>                            | 0,3                      |
| 13. Manganeso                | mg Mn L <sup>-1</sup>                            | 0,4                      |
| 14. Aluminio                 | mg Al L <sup>-1</sup>                            | 0,2                      |
| 15. Cobre                    | mg Cu L <sup>-1</sup>                            | 2,0                      |
| 16. Zinc                     | mg Zn L <sup>-1</sup>                            | 3,0                      |
| 17. Sodio                    | mg Na L <sup>-1</sup>                            | 200                      |

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

### ANEXO III

#### LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

| Parámetros Inorgánicos                                 | Unidad de medida                   | Límite máximo permisible                       |
|--|------------------------------------|--|
| 1. Antimonio   | mg Sb L <sup>-1</sup>              | 0,020  |
| 2. Arsénico ( <b>nota 1</b> )                          | mg As L <sup>-1</sup>              | 0,010  |
| 3. Bario   | mg Ba L <sup>-1</sup>              | 0,700  |
| 4. Boro  | mg B L <sup>-1</sup>               | 1,500  |
| 5. Cadmio  | mg Cd L <sup>-1</sup>              | 0,003  |
| 6. Cianuro   | mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup> | 0,070  |
| 7. Cloro ( <b>nota 2</b> )                             | mg L <sup>-1</sup>                 | 5  |
| 8. Clorito   | mg L <sup>-1</sup>                 | 0,7  |
| 9. Clorato   | mg L <sup>-1</sup>                 | 0,7  |
| 10. Cromo total  | mg Cr L <sup>-1</sup>              | 0,050  |
| 11. Flúor  | mg F L <sup>-1</sup>               | 1,000  |
| 12. Mercurio   | mg Hg L <sup>-1</sup>              | 0,001  |
| 13. Niquel   | mg Ni L <sup>-1</sup>              | 0,020  |
| 14. Nitratos   | mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> | 50,00  |
| 15. Nitritos   | mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> | 3,00 Exposición corta<br>0,20 Exposición larga |
| 16. Plomo  | mg Pb L <sup>-1</sup>              | 0,010  |
| 17. Selenio  | mg Se L <sup>-1</sup>              | 0,010  |
| 18. Molibdeno  | mg Mo L <sup>-1</sup>              | 0,07   |
| 19. Uranio   | mg U L <sup>-1</sup>               | 0,015  |
| Parámetros Orgánicos                                   | Unidad de medida                   | Límite máximo permisible                       |
| 1. Trihalometanos totales ( <b>nota 3</b> )            |                                    | 1,00   |
| 2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,01   |
| 3. Aceites y grasas                                    | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,5  |
| 4. Alacloro  | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,020  |
| 5. Aldicarb  | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,010  |
| 6. Aldrín y dieldrín                                   | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,00003  |
| 7. Benceno   | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,010  |
| 8. Clordano (total de isómeros)                        | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,0002   |
| 9. DDT (total de isómeros)                             | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,001  |
| 10. Endrin   | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,0006   |
| 11. Gamma HCH (lindano)                                | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,002  |
| 12. Hexaclorobenceno                                   | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,001  |
| 13. Heptacloro y heptacloroepóxido                     | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,00003  |
| 14. Metoxicloro  | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,020  |
| 15. Pentaclorofenol                                    | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,009  |
| 16. 2,4-D  | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,030  |
| 17. Acrilamida   | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,0005   |
| 18. Epiclorhidrina                                     | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,0004   |
| 19. Cloruro de vinilo                                  | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,0003   |
| 20. Benzopireno  | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,0007   |
| 21. 1,2-dicloroetano                                   | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,03   |
| 22. Tetracloroetano                                    | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,04   |

Fuente: Decreto Supremo N° 031-2010-SA

| Parámetros Orgánicos               | Unidad de medida  | Límite máximo permisible |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| 23. Monocloramina                  | mgL <sup>-1</sup> | 3                        |
| 24. Tricloroetano                  | mgL <sup>-1</sup> | 0,07                     |
| 25. Tetracloruro de carbono        | mgL <sup>-1</sup> | 0,004                    |
| 26. Ftalato de di (2-etilhexilo)   | mgL <sup>-1</sup> | 0,008                    |
| 27. 1,2- Diclorobenceno            | mgL <sup>-1</sup> | 1                        |
| 28. 1,4- Diclorobenceno            | mgL <sup>-1</sup> | 0,3                      |
| 29. 1,1- Dicloroetano              | mgL <sup>-1</sup> | 0,03                     |
| 30. 1,2- Dicloroetano              | mgL <sup>-1</sup> | 0,05                     |
| 31. Diclorometano                  | mgL <sup>-1</sup> | 0,02                     |
| 32. Ácido edético (EDTA)           | mgL <sup>-1</sup> | 0,6                      |
| 33. Etilbenceno                    | mgL <sup>-1</sup> | 0,3                      |
| 34. Hexaclorobutadieno             | mgL <sup>-1</sup> | 0,0006                   |
| 35. Acido Nitrilotriacético        | mgL <sup>-1</sup> | 0,2                      |
| 36. Estireno                       | mgL <sup>-1</sup> | 0,02                     |
| 37. Tolueno                        | mgL <sup>-1</sup> | 0,7                      |
| 38. Xileno                         | mgL <sup>-1</sup> | 0,5                      |
| 39. Atrazina                       | mgL <sup>-1</sup> | 0,002                    |
| 40. Carbofurano                    | mgL <sup>-1</sup> | 0,007                    |
| 41. Clorotoluron                   | mgL <sup>-1</sup> | 0,03                     |
| 42. Cianazina                      | mgL <sup>-1</sup> | 0,0006                   |
| 43. 2,4- DB                        | mgL <sup>-1</sup> | 0,09                     |
| 44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano   | mgL <sup>-1</sup> | 0,001                    |
| 45. 1,2- Dibromoetano              | mgL <sup>-1</sup> | 0,0004                   |
| 46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP) | mgL <sup>-1</sup> | 0,04                     |
| 47. 1,3- Dicloropropeno            | mgL <sup>-1</sup> | 0,02                     |
| 48. Dicloroprop                    | mgL <sup>-1</sup> | 0,1                      |
| 49. Dimetato                       | mgL <sup>-1</sup> | 0,006                    |
| 50. Fenoprop                       | mgL <sup>-1</sup> | 0,009                    |
| 51. Isoproturon                    | mgL <sup>-1</sup> | 0,009                    |
| 52. MCPA                           | mgL <sup>-1</sup> | 0,002                    |
| 53. Mecoprop                       | mgL <sup>-1</sup> | 0,01                     |
| 54. Metolacloro                    | mgL <sup>-1</sup> | 0,01                     |
| 55. Molinato                       | mgL <sup>-1</sup> | 0,006                    |
| 56. Pendimetalina                  | mgL <sup>-1</sup> | 0,02                     |
| 57. Simazina                       | mgL <sup>-1</sup> | 0,002                    |
| 58. 2,4,5- T                       | mgL <sup>-1</sup> | 0,009                    |
| 59. Terbutilazina                  | mgL <sup>-1</sup> | 0,007                    |
| 60. Trifluralina                   | mgL <sup>-1</sup> | 0,02                     |
| 61. Cloropirifos                   | mgL <sup>-1</sup> | 0,03                     |
| 62. Piriproxifeno                  | mgL <sup>-1</sup> | 0,3                      |
| 63. Microcistin-LR                 | mgL <sup>-1</sup> | 0,001                    |

Fuente: Decreto Supremo N° 031-2010-SA

| Parámetros Orgánicos                            | Unidad de medida  | Límite máximo permisible |
|---|-------------------|--------------------------|
| 64. Bromato                                     | mgL <sup>-1</sup> | 0,01                     |
| 65. Bromodichlorometano                         | mgL <sup>-1</sup> | 0,06                     |
| 66. Bromoformo                                  | mgL <sup>-1</sup> | 0,1                      |
| 67. Hidrato de cloral<br>(Tricloroacetaldehído) | mgL <sup>-1</sup> | 0,01                     |
| 68. Cloroformo                                  | mgL <sup>-1</sup> | 0,2                      |
| 69. Cloruro de cianógeno (como<br>CN)           | mgL <sup>-1</sup> | 0,07                     |
| 70. Dibromoacetónitrilo                         | mgL <sup>-1</sup> | 0,1                      |
| 71. Dibromoclorometano                          | mgL <sup>-1</sup> | 0,05                     |
| 72. Dicloroacetato                              | mgL <sup>-1</sup> | 0,02                     |
| 73. Dicloroacetónitrilo                         | mgL <sup>-1</sup> | 0,9                      |
| 74. Formaldehído                                | mgL <sup>-1</sup> | 0,02                     |
| 75. Monocloroacetato                            | mgL <sup>-1</sup> | 0,2                      |
| 76. Tricloroacetato                             | mgL <sup>-1</sup> | 0,2                      |
| 77. 2,4,6- Triclorofenol                        |                   |                          |

**Nota 1:** En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 2:** Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 3:** La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{LMP_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{LMP_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

Fuente: Decreto Supremo N° 031-2010-SA

Anexo 05: Panel fotográfico



Figura 18: Recolección de muestra de agua en cooler y midiendo Temperatura y pH.



**Figura 19:** Recolección de muestra de agua en presencia de pobladora.



**Figura 20:** Rotulando las muestras de agua.