

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS  
MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU, DEL BARRIO RICARDO  
PALMA, DISTRITO DE PUNO- 2022.**

**PRESENTADA POR:**

**GERALDINE JUANA PAREDES CONDORI**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2023**



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



# 7.19%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 2 JUN 2023, 4:02 PM

## Scanned Text

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

● IDENTICAL  
0.82%

● CHANGED TEXT  
6.37%

## Report #17374431

GERALDINE JUANA PAREDES CONDORI DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU, DEL BARRIO RICARDO PALMA, DISTRITO DE PUNO- 2022. RESUMEN El agua provenientes de los manantes del Cerro Kacca Punku, para consumo humano es cada vez ms escaso, por lo que se ha visto en la necesidad de utilizar fuentes de agua subternea, se plante el estudio con el objetivo de determinar calidad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno, segn decreto supremo (N 031-2010-SA). La metodologa consisti en un estudio descriptivo mediante la toma de muestras de agua de dos puntos, las mismas que fueron sometidas a anlisis de laboratorio, se consider parmetros fsicos, qumicos y bacteriolgicos, comparados con la normatividad existente para este tipo de agua, el anlisis estadstico fue descriptivo con la media aritmtica y desviacin estndar, los resultados fueron: los parmetros fsicos, color (0) pt/co, turbiedad una media de la primera y segunda repeticin 30.29 y 6.585 NTU, conductividad 225.5 y 339.5 S/cm, los parmetros qumicos teniendo una media para primera y segunda repeticin en pH de 6.02 y 5.73, dureza total CaCO<sub>3</sub> 373.76 y 337.86 mg/l, total de slidos disueltos 112.9 y 216.5 mg/l, cloruros 132.96 y 132.93 mg/l, sulfatos SO<sub>4</sub> 50.2 y 63.82mg/l, los parmetros bacteriolgicos se tiene una media para la


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

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS  
MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU, DEL BARRIO RICARDO  
PALMA, DISTRITO DE PUNO- 2022.**

**PRESENTADA POR:**  
**GERALDINE JUANA PAREDES CONDORI**  
**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. JORGE ABAD CALISAYA CHUQUIMIA.

PRIMER MIEMBRO

: \_\_\_\_\_  
M.Sc. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ.

SEGUNDO MIEMBRO

: \_\_\_\_\_  
M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

: \_\_\_\_\_  
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA.

Área: Ingeniería y Tecnología

Disciplina: Oceanografía, Hidrografía y Recursos del Agua.

Especialidad: Evaluaciones y Monitoreo Ambientales, Ecosistemas Acuáticos.

Puno, 21 de junio del 2023

## DEDICATORIA

A Dios nuestro Señor por haberme guiado en este largo camino, dándome fuerza en los momentos difíciles y paz en el alma.

A la memoria de mis abuelos que hoy gozan del descanso eterno junto al padre celestial.

A mis queridos padres Laxmi Condori la Torre y Alcides Paredes Apaza por su apoyo incondicional durante toda mi vida, a mi hermanos por su apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTOS

A todas mis tíos y primos por su cariño y las palabras de aliento que desde pequeño me formaron y estimularon a mejorar.

A mi asesor **Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA**, por su paciente orientación en el desarrollo de esta investigación.

Mi agradecimiento eterno a mi universidad Privada San Carlos. Gracias por haberme permitido formarme en ella, por medio de todas las personas que fueron partícipes de este desarrollo, ya sea de forma directa o indirecta, gracias a todos ustedes por hacer su aporte, que este preciso día se vería reflejado en la culminación de mi paso por la facultad.

A todas las personas que contribuyeron y me apoyaron en el desarrollo de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

|                   | Pág. |
|-------------------|------|
| DEDICATORIA       | 1    |
| AGRADECIMIENTOS   | 2    |
| ÍNDICE GENERAL    | 3    |
| ÍNDICE DE TABLAS  | 7    |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 8    |
| INDICE DE ANEXOS  | 10   |
| RESUMEN           | 11   |
| ABSTRACT          | 12   |
| INTRODUCCIÓN      | 13   |

### CAPÍTULO I

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

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> | <b>14</b> |
| 1.1.1. PROBLEMA GENERAL                | 15        |
| 1.1.2. PROBLEMAS ESPÈCIFICOS           | 16        |
| <b>1.2. ANTECEDENTES</b>               | <b>16</b> |
| 1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL           | 16        |
| 1.2.2. A NIVEL NACIONAL                | 18        |
| 1.2.3. A NIVEL REGIONAL O LOCAL        | 20        |
| <b>1.3. OBJETIVOS</b>                  | <b>22</b> |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL                | 22        |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS           | 23        |

### CAPÍTULO II

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

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>2.1. MARCO TEÓRICO</b> | <b>24</b> |
| 2.1.1. CALIDAD DEL AGUA.  | 24        |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.1.2. AGUA DE CONSUMO HUMANO                         | 24        |
| 2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL AGUA.    | 25        |
| 2.1.4. PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA.                   | 26        |
| 2.1.5. PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA.                  | 27        |
| 2.1.6. PARÁMETROS DE CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA. | 29        |
| <b>2.2. MARCO CONCEPTUAL.</b>                         | <b>29</b> |
| 2.2.1. AGUA EN ESTADO NATURAL                         | 29        |
| 2.2.2. AGUAS RESIDUALES                               | 29        |
| 2.2.3. AGUA TRATADA                                   | 30        |
| 2.2.4. PROPIEDADES DE AGUA                            | 30        |
| 2.2.5. FACTORES FÍSICO QUÍMICOS                       | 30        |
| 2.2.6. CONTAMINACIÓN DEL AGUA                         | 30        |
| 2.2.7. CONTAMINACIÓN QUÍMICA                          | 30        |
| 2.2.8. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA              | 30        |
| 2.2.9. CADENA DE CUSTODIA                             | 30        |
| 2.2.10. MONITOREO                                     | 31        |
| 2.2.11. MARCO NORMATIVO                               | 31        |
| <b>2.3. HIPÓTESIS</b>                                 | <b>31</b> |
| 2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL                              | 31        |
| 2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS                          | 31        |
| <b>CAPÍTULO III</b>                                   |           |
| <b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>                |           |
| <b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>                           | <b>33</b> |
| 3.1.1. UBICACIÓN                                      | 33        |
| <b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>                         | <b>33</b> |
| 3.2.1. POBLACIÓN                                      | 33        |
| 3.2.2. MUESTRA  | 34        |
| <b>3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS</b>                         | <b>35</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.1. MÉTODO DE MUESTREO DE AGUA:                | 35        |
| 3.3.2. MÉTODOS DE LABORATORIO                     | 37        |
| 3.3.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO | 37        |
| 3.3.4. MATERIALES:                                | 38        |
| <b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>           | <b>40</b> |
| <b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>           | <b>40</b> |

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4.1. RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU DEL BARRIO RICARDO PALMA DEL DISTRITO DE PUNO, SEGÚN DECRETO SUPREMO (N° 031-2010-SA)</b>   | <b>43</b> |
| <b>4.2. RESULTADOS DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS: COLOR, TURBIEDAD, CONDUCTIVIDAD, SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS, DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU CON FINES DE CONSUMO HUMANO, EN EL BARRIO RICARDO PALMA DEL DISTRITO DE PUNO - 2022.</b> | <b>57</b> |
| 4.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PRIMERA REPETICIÓN.  | 57        |
| 4.2.2. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE LA SEGUNDA REPETICIÓN.  | 60        |
| <b>4.3. RESULTADOS DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS: PH, CLORUROS, SULFATOS, DUREZA TOTAL, NITRATOS, DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU CON FINES DE CONSUMO HUMANO, EN EL BARRIO RICARDO PALMA DEL DISTRITO DE PUNO - 2022.</b>            | <b>64</b> |
| 4.3.1. DETERMINAR LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LA PRIMERA REPETICIÓN  | 64        |



|   |           |
|---|-----------|
| 4.3.2. DETERMINACIÓN LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LA SEGUNDA REPETICIÓN  | 69        |
| <b>4.4. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS: COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES, DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU, CON FINES DE CONSUMO HUMANO, DEL BARRIO RICARDO PALMA DEL DISTRITO DE PUNO-2022.</b> | <b>75</b> |
| 4.4.1. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS DE LA PRIMERA REPETICIÓN.   | 75        |
| 4.4.2. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS DE LA SEGUNDA REPETICIÓN.   | 76        |
| 4.4.2.1. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO COLIFORMES TOTALES 2DA REPETICIÓN.  | 76        |
| <b>CONCLUSIONES</b>   | <b>79</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>  | <b>81</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>82</b> |
| <b>ANEXOS</b>   | <b>85</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>Tabla 01:</b> Coordenadas para las muestras de agua.   | 34          |
| <b>Tabla 02:</b> Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica y parasitológicos.  | 38          |
| <b>Tabla 03:</b> Operacionalización de variables de la investigación.   | 40          |
| <b>Tabla 04:</b> Primera repetición para los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, de la muestra 01.                       | 44          |
| <b>Tabla 05:</b> Primera repetición para los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, de la muestra 02.                       | 46          |
| <b>Tabla 06:</b> Media de la primera repetición de los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku de la muestra 01 y muestra 02. | 48          |
| <b>Tabla 07:</b> Segunda repetición para los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, de la muestra 01.                       | 50          |
| <b>Tabla 08:</b> Segunda repetición para los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, de la muestra 02.                       | 52          |
| <b>Tabla 09:</b> Media de la segunda repetición de los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro  | 54          |

Kacca Punku de la muestra 01 y muestra 02.

**Tabla 10:** Prueba T-Student de diferencias de medias.

56



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Figura 01:</b> Barrio del Ricardo Palma, población beneficiaria.  | 33          |
| <b>Figura 02:</b> Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.  | 34          |
| <b>Figura 03:</b> Resultados de la primera repetición del color del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.        | 58          |
| <b>Figura 04:</b> Resultados de la primera repetición de turbiedad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.     | 59          |
| <b>Figura 05:</b> Resultados de la primera repetición de conductividad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku. | 60          |
| <b>Figura 06:</b> Resultados de la segunda repetición del color del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.        | 61          |
| <b>Figura 07:</b> Resultados de la segunda repetición de turbiedad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.     | 62          |
| <b>Figura 08:</b> Resultados de la segunda repetición de conductividad del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku. | 63          |
| <b>Figura 09:</b> Resultados de la primera repetición de pH del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.            | 65          |
| <b>Figura 10:</b> Resultados de la primera repetición del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.                  | 66          |
| <b>Figura 11:</b> Resultados de la primera repetición de sulfatos del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.      | 67          |

- Figura 12:** Resultados de la primera repetición del total de la Dureza Total 68 del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.
- Figura 13:** Resultados de la primera repetición de sólidos totales disueltos 69 del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.
- Figura 14:** Resultados de la segunda repetición de pH del agua proveniente 70 de los manantes del cerro kacca Punku.
- Figura 15:** Resultados de la segunda repetición de cloruros el agua 71 proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.
- Figura 16:** Resultados de la segunda repetición de sulfatos del agua 72 proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.
- Figura 17:** Resultados de la segunda repetición del total de la Dureza Total 73 del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.
- Figura 18:** Resultados de la segunda repetición de sólidos totales disueltos 74 del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.
- Figura 19:** Resultados de la primera repetición de coliformes totales 75 comparados con el LMP establecido en el D.S N° 031-2010-SA.
- Figura 20:** Resultados de la primera repetición de coliformes 76 termotolerantes.
- Figura 21:** Resultados de la segunda repetición de coliformes totales . 77
- Figura 22:** Resultados de la segunda repetición de coliformes 78 termotolerantes

|                   |  |     |
|-------------------|--|-----|
| <b>Figura 23:</b> | Materiales para la toma de muestras del punto de captación y recepción del agua.   | 101 |
| <b>Figura 24:</b> | Llenado y rotulado de la muestra M2-Kacca Punku                                    | 103 |
| <b>Figura 25:</b> | Llenado y rotulado de la muestra M1-Kacca Punku                                    | 104 |
| <b>Figura 26:</b> | Entrega de muestras de la primera repetición al laboratorio de control de calidad. | 105 |
| <b>Figura 27:</b> | Entrega de muestras de la segunda repetición al laboratorio de control de calidad. | 106 |
| <b>Figura 28:</b> | Certificado de análisis de la muestra 1 de la primera repetición.                  | 107 |
| <b>Figura 29:</b> | Certificado de análisis de la muestra 2 de la primera repetición.                  | 108 |
| <b>Figura 30:</b> | Certificado de análisis de la muestra 1 de la segunda repetición.                  | 109 |
| <b>Figura 31:</b> | Certificado de análisis de la muestra 2 de la segunda repetición                   | 110 |

## INDICE DE ANEXOS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia.   | 87          |
| <b>Anexo 02:</b> Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S.<br>N°031-2010-SA. | 90          |
| <b>Anexo 03:</b> Panel fotográfico   | 102         |

## RESUMEN

El agua provenientes de los manantes del Cerro Kacca Punku, para consumo humano es cada vez más escaso, por lo que se ha visto en la necesidad de utilizar fuentes de agua subterránea, se planteó el estudio con el objetivo de determinar calidad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno, según decreto supremo (N° 031-2010-SA). La metodología consistió en un estudio descriptivo mediante la toma de muestras de agua de dos puntos, las mismas que fueron sometidas a análisis de laboratorio, se consideró parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, comparados con la normatividad existente para este tipo de agua, el análisis estadístico fue descriptivo con la media aritmética y desviación estándar, los resultados fueron: los parámetros físicos, color (0) pt/co, turbiedad una media de la primera y segunda repetición 30.29 y 6.585 NTU, conductividad 225.5 y 339.5  $\mu\text{S/cm}$ , los parámetros químicos teniendo una media para primera y segunda repetición en pH de 6.02 y 5.73, dureza total  $\text{CaCO}_3$  373.76 y 337.86 mg/l, total de sólidos disueltos 112.9 y 216.5 mg/l, cloruros 132.96 y 132.93 mg/l, sulfatos  $\text{SO}_4$  50.2 y 63.82mg/l, los parámetros bacteriológicos se tiene una media para la primera y segunda repetición 4 (UFC/100ml) de coliformes totales y en coliformes termotolerantes; menor a 1 (UFC/100 ml), cumplen con el estándar mencionado. Se concluye que el parámetro físico en turbiedad y en parámetro químico en pH, excede el límite máximo permisible según decreto supremo (N° 031-2010-SA) y por eso es necesario un tratamiento convencional de potabilización del agua como la clorificación el agua.

**Palabras clave:** Ambiental, bacteriológico, calidad, evaluación, físico, químico.



## ABSTRACT

The water from the springs of Cerro Kacca Punku, for human consumption is increasingly scarce, for which reason it has been necessary to use groundwater sources, the study was proposed with the objective of determining the quality of the water from the springs of the kacca Punku hill of the Ricardo Palma neighborhood of the District of Puno, according to supreme decree (N° 031-2010-SA). The methodology consisted of a descriptive study by taking water samples from two points, the same ones that were submitted to laboratory analysis, physical, chemical and bacteriological parameters were considered, compared with the existing regulations for this type of water, the analysis. The statistical analysis was descriptive with the arithmetic mean and standard deviation, the results were: physical parameters, color (0) pt/co, turbidity a mean of the first and second repetition 30.29 and 6.585 NTU, conductivity 225.5 and 339.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , the chemical parameters having an average for the first and second repetition in pH of 6.02 and 5.73, total hardness  $\text{CaCO}_3$  373.76 and 337.86 mg/l, total dissolved solids 112.9 and 216.5 mg/l, chlorides 132.96 and 132.93 mg/l, sulfates  $\text{SO}_4$  50.2 and 63.82mg/l, the bacteriological parameters have an average for the first and second repetition 4 (UFC/100ml) of total coliforms and thermotolerant coliforms; less than 1 (UFC/100 ml), comply with the mentioned standard. It is concluded that the physical parameter in turbidity and in chemical parameter the pH, exceeds the maximum permissible limit according to supreme decree (N° 031-2010-SA) and for this reason a conventional treatment of water purification such as water chlorination is necessary.

**Keywords:** Environmental, bacteriological, quality, evaluation, physical, chemical.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso hídrico de vital importancia que ha sido afectado por la sobrepoblación y desarrollo industrial, ocasionando contaminación en los sistemas acuáticos y ecosistemas. Los componentes del agua han sufrido cambios en su composición principalmente debido a los agentes tales como minerales y agrotóxicos, originando aguas no aptas para consumo en la población (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2008). Así mismo, por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, que para que sean utilizadas como aptas para consumo de la población, deben de tener un tratamiento previo. También, en conformidad a las normas vigentes, para que sea consumida por la población se debe realizar una desinfección.

En este contexto resulta necesario analizar la calidad es el cuerpo de agua subterráneas del cerro Kacca Punku, la muestra para el presente trabajo de investigación serán: 2 puntos, el punto de captación del agua y el punto de recepción del agua, se harán dos repeticiones en el punto de captación y recepción final, para luego ser suministrados a la ciudadanía en general. Por ello es de debida importancia analizar la calidad de agua que se está siendo suministrada al poblador y verificar si se están cumpliendo los Límites Máximos permisibles (LMP).

En este sentido, es necesario analizar los valores fisicoquímicos y bacteriológicos del estanque mostrado de manera de comparar los resultados mostrados por el control de la calidad del agua potable para la población del D.S. N° 031-2010-SA.

Por lo que es indispensable verificar la calidad de agua, la presente investigación planteó como objetivo evaluar los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos del agua consumida por el Barrio del Ricardo Palma y que sus resultados sean un aporte para tomar acciones que sean necesarias y adecuar el mejor tratamiento, de monitoreo y control.

## **CAPÍTULO I**

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

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

##### **Internacional**

A lo largo de la historia el agua ha sido esencial para el desarrollo de la sociedad y el medio ambiente, el crecimiento demográfico exponencial de las poblaciones ha llevado a una mayor demanda del recurso hídrico, así como el aumento de contaminantes presentes en el agua, ya que estas se introducen y se diluyen, lo que ha generado el deterioro de los cuerpos de agua y consecuencias negativas para el medio ambiente y en especial para ser humano, están fuertemente relacionado a problemas gastrointestinales y un posible consumo, podría generar problemas en la población (Arias, 2021)

La presencia de agua contaminada es un problema de salud pública en los países latinoamericanos alrededor del mundo. La razón es que el consumo de agua contaminada provoca diversas enfermedades que van en detrimento de la salud de las personas, trayendo como consecuencia que las personas sean menos productivas en el trabajo y en el trabajo. No harán una buena contribución al desarrollo de nuestro país. (Lozano, 2021)

##### **Nacional**

En el Perú, la calidad de agua es uno de los motivos por el cual existen conflictos socioambientales, las condiciones de los recursos hídricos en los últimos años se ven deterioradas debido al mal manejo de la gestión del recurso hídrico, la calidad de agua no

cumple con las expectativas de la población debido a las diversas fuentes de contaminación ya sea natural o antrópica.

El Perú tiene tres regiones geográficas (Costa, Sierra y Selva), pero debido a la falta de calidad del agua para el consumo humano, la Sierra, ubicada en los Andes con numerosas fuentes de agua en varias provincias, es el principal río distribuido. En lagos, lagunas y, en ocasiones, acuíferos, las comunidades se ven obligadas a construir reservorios que no garantizan el almacenamiento y son propensos a convertirse en fuentes de contaminación por desechos orgánicos dentro del medio ambiente del sistema a partir de heces humanas y desechos animales. El tratamiento del agua se ha añadido en las últimas décadas. A menudo están disponibles para los residentes de una manera práctica y fácil de manejar. (Aguilar & Navarro, 2018)

### **Regional y Local**

Uno de los problemas fundamentales de nuestro país y región es que la calidad del agua para consumo humano es muy mala, debido a la contaminación de suelos, ríos y quebradas, las fuentes de agua superficiales y subterráneas siguen contaminando, infectando y dejando la capacidad de adaptación a humanos consumo. Si bien es una política nacional para el 2021, el gobierno apunta a que todos los peruanos cuenten con agua potable apta para el consumo humano con el reciclaje correspondiente. (Plan Nacional de Acción Ambiental, 2011)

En la ciudad de Puno existen algunos manantiales naturales donde hacen uso del agua para consumo humano, y específicamente en el barrio de Ricardo Palma, de la ciudad de Puno donde consumen el agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku, es por ello que es necesario realizar un análisis físicos, químicos y bacteriológicos ya que no existe información sobre esos parámetros y estaría afectando a la salud de los vecinos del Barrio Ricardo Palma. (Choque, 2021)

#### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

¿El agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku, del Barrio Ricardo Palma, distrito de Puno será de calidad para consumo humano, según el D.S. N° 031-2010-SA?

### 1.1.2. PROBLEMAS ESPÈCIFICOS

- ¿Cuáles son los valores que tienen los parámetros físicos: Color, Turbiedad, Conductividad, Sólidos totales disueltos, del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, en el Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno - 2022?
- ¿Cuáles son los valores que tienen los parámetros químicos: pH, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, Nitratos, del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, en el Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno - 2022?
- ¿Qué valores presentan los parámetros bacteriológicos: coliformes totales y coliformes termotolerantes, del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku, con fines de consumo humano, del Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno?

### 1.2. ANTECEDENTES

#### 1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Oleas (2016), en su tesis “Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano en la parroquia rural de cubijés del cantón Riobamba”, en su investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano en la parroquia rural Cubijés del cantón Riobamba. Los parámetros a determinar son físicos (temperatura, conductividad, sólidos disueltos totales), químicos (pH, nitrito, nitrato, fluoruro) y microbiológicos (coli fertilizante), en cuanto a parámetros químicos se corresponden con lo establecido en la norma, mientras que los parámetros físicos superan los especificados en la norma, y esto puede causar vergüenza a la población; El análisis microbiológico reveló crecimiento de coliformes fecales en el 100% de las muestras, lo cual se especificó en la normativa <1, es decir, sin crecimiento. Por lo tanto se concluye que el agua que consumen los pobladores de Kobegis es apta para el consumo, es inocua por la contaminación que se presenta en las fuentes, tanques y casas debido a que la tubería se encuentra en pésimas condiciones.

Se recomienda realizar la cloración del depósito para no contaminar la casa, así como construir una infraestructura para proteger los taludes al aire libre.

Quispe (2016), en su tesis “Evaluación de la calidad físico química y bacteriológica del agua de riego de la estación experimental de Cota Cota”, tiene como objetivo evaluar la calidad del agua para riego de los cultivos agrícolas de la Estación. Según los resultados obtenidos, es la conclusión: potencial de hidrógeno, muestras de pH tanto en un período húmedo y seque con valores dentro de 7.5 y 8.3, mientras que la conductividad eléctrica (CE) hasta el río 691.75 La fase / cm se clasifica como adecuada para el riego. Focus Cteses Na, K, CA, MG, Fe y Al en toda el agua analizó el riesgo. Anion: CL-1, NO3-1, PO4-2, SO4-2 con comportamiento diverso, concentración menos que el límite permitido, por lo que tienen pH mayor que 7. Las muestras de agua estudiadas fueron bajas en sodio intercambiable (PSI), lo que elimina los riesgos de inestabilidad y mala permeabilidad y aireación del suelo.

Felizzola (2016), en su tesis de grado titulada “Determinación de la calidad del agua en base a parámetros físico-químicos y microbiológicos para consumo humano del río La Brava en la vereda Pueblo Nuevo, municipio de Ocaña, norte de Santander” anoté la decisión. Tiene como objetivo general los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para consumo humano. En Quebrada La Brava, la calidad del agua se evalúa considerando criterios físicos y físicos para el consumo humano. Esta información fue reportada por los visitantes del agua en las plantas de tratamiento de agua para ir más allá de controlar personalmente la operación de los equipos y unidades de tratamiento y trabajar con los técnicos operadores para mejorar el agua recolectada posteriormente. Hemos recopilado la información recopilada durante el proceso de evaluación y propuesto evaluaciones, conceptos, conclusiones y recomendaciones para mejorar la interrupción y disposición del agua potable en la sociedad.



### 1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Lozano (2021), en su tesis titulado “Evaluación físico química y bacteriológica del recurso hídrico de la laguna de choclococha - Huancavelica”, tiene como objetivo general Evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del recurso hídrico de la laguna de Choclococha Huancavelica, los resultados argumentaron que los valores de concentraciones de parámetros fisicoquímicos ( $DBO_5$ , pH, nitrato, conductividad eléctrica) del agua de la laguna de Choclococha, inferiores a ECA, parecían confirmar la calidad del agua, además de mencionar que los parámetros (oxígeno disuelto y sólidos suspendidos totales), sus valores son altos que ECA, por lo tanto, es pertinente realizar un estudio detallado para poder comprender los altos niveles de estos parámetros en la laguna de Choclococha, que pueden tener un impacto en la vida acuática, parámetros microbiológicos y bacterias como coliformes totales. fueron inferiores a ACE, lo que es bueno para la vida acuática, mientras que los coliformes en heces fueron superiores a ECA, posiblemente como resultado de las prácticas de acuicultura (criar salmón en jaulas flotantes) desarrolladas en las aguas de la laguna de Choclococha.

Álvarez y Chávez (2021), su trabajo, titulado “Evaluación de la calidad físico-química del agua de uso humano en el sistema de agua del Centro Habitacional Potrerillo, Distrito de Jeperacio, Ciudad de Moyobamba, 2018”, tiene un objetivo común. El sistema de abastecimiento del centro habitacional Potrerillo en el distrito de Jepelacio. Ciudad de Moyobamba, 2018. Resultados: oxígeno disuelto 5,86 mg/L, nitrato 0,16 mg/L, fosfato 26,01 mg/L (puntuación alta), conductividad 0,3  $\mu$ S, pH 7,17 y color UPC 5,11, temperatura 2,96 °C, turbidez 1,2 UNT, sólidos disueltos totales 155,78 ppm . El análisis físico-químico inicial del agua encontró deficiencias en ciertos parámetros por lo que según el Código de Calidad Ambiental (ECA) el agua no es utilizada para consumo humano Requerimiento normal para el proceso de cloración Indica que ha sido tratada para uso humano y Probado hasta el límite máximo permisible (MPL). Los resultados finales de las pruebas no cumplen con los estándares establecidos.

Odicio y Soplin (2021), en su tesis titulado “Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos en tres puntos de confluencia de las aguas de la quebrada de tushmo y la laguna de yarinacocha, distrito de yarinacocha, provincia de coronel portillo, departamento de Ucayali 2020”, El presente estudio, tuvo como objetivo, evaluar los parámetros físico, químicos y biológicos en tres puntos de confluencia de las aguas de la quebrada de Tushmo y la laguna de Yarinacocha, de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM, en los puntos de muestreo si hay una diferencia significativa, porque en el punto P1 es diferente a los puntos P2 y P3. En cuanto a la evaluación de indicadores químicos a nivel de agua, nivel de agua superficial, nivel medio de agua y nivel de agua profunda, no hubo diferencia significativa en las concentraciones de metales dentro de los límites permisibles, en los puntos de muestreo no hubo diferencia significativa y no superan el límite permisible estándar . Y finalmente, en la evaluación de parámetros biológicos a nivel de agua, nivel de agua superficial, nivel medio y nivel de profundidad, hubo diferencia relativa entre los niveles A1, A2 y A3 para el conteo de coliformes totales (NMP/ 100 ml); para coliformes termoestables, la diferencia entre diferentes niveles de agua es aún menor, en el punto de muestreo P2 y P3 no hay muchas diferencias significativas, sin embargo, son significativamente diferentes del punto P1.

Trujillo (2016), en su tesis titulado “Evaluación fisicoquímica y bacteriológica en la laguna de conache, distrito de Laredo departamento de la Libertad”, la presente tesis tuvo por objetivo en evaluar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de la Laguna de Conache ubicada en el del Distrito de Laredo-Departamento de La Libertad; Para demostrar que la calidad del agua para usar entretenimiento, relacionada con la posición de la isla de la laguna se ha convertido en un potencial de turismo para estándares de turbidez, pH, oxígeno disuelto utilizado, temperatura, conductividad y materiales solubles solubles (TDS); Al igual que con las colonias y las ramas totales se recolectan en 5 estaciones de control a mediados de agosto a octubre de 2013. Agua, monitoreo y



palabras recolectadas por fisioterapia y análisis bacteriano. Las muestras se recolectan y se transfieren al laboratorio para el análisis bacteriano posterior, mientras que los valores obtenidos se ingresan en cada estación en la base de datos. Se obtuvieron valores solubles de oxígeno en 1.2 y 3 puntos; Tratado, hidrógeno, temperatura, conductividad y sólidos universitarios totales en todos los límites elegibles y concentraciones de coli de alto nivel de la convocatoria principal 1. Los resultados obtenidos son los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua de la República del Perú, la Comunidad Económica Europea y la Organización Mundial de la Salud, demostrando que la calidad del agua debe ser aceptable para uso recreativo.

### **1.2.3. A NIVEL REGIONAL O LOCAL**

Mamani (2021), en su tesis “El presente tesis titulada Evaluación de parámetros físicos químicos y bacteriológicos del agua de la laguna Cumuni Centro Poblado Rinconada 2019”, tuvo como objetivo principal determinar los parámetros físicos como el, temperatura, conductividad, pH, turbidez, parámetros químicos, nitratos, fósforo, sulfatos, carbonatos bacteriológicos, coliformes totales y coliformes termotolerantes, el proceso de evaluación se realizó en la laguna Cumuni en cuatro puntos diferentes. El método utilizado en el estudio es el tipo de descripción, con diseños que no son de prueba. Para recopilar información, los resultados de vigilancia hechos cuando se muestre el muestreo; Los resultados obtenidos después de cada evaluación de los parámetros físicos químicos incluyen: Temperatura del agua 13.65 ° C, tamaño total de la cola 35.5 [mg / l], conductividad 39.57 [EE. UU. / CM], 3.58 [NTU], PH 6.76, nitrógeno 4.78 [mg / l] y fósforo 0.024 [mg / l], valor según la ECA correspondiente; De manera similar, se midieron los parámetros bacterianos, lo que ayuda a un valor total total en 26.25 [NMP / 100 ML] y las reglas de temperatura 1.00 [NMP / 100 ml] en los parámetros aprobados, concluyeron que las muestras de agua de Cumuni en estándares de calidad ambiental (ECA).

Choque (2021), en su tesis “Determinación de valores físicos y químicos en el manantial Unkuñani, según la normativa vigente en el barrio Alto Huascar Puno 2020”, para optar

título profesional de Ingeniero Ambiental, en su trabajo de investigación se realizó en el manantial Unkuñani ubicado en el distrito de Puno, centro poblado de Yanamayo, manantial que abastece de agua a 45 familias del Barrio Alto Huascar, cuyos objetivos son, evaluar la calidad del agua y el análisis de los valores físicos y químicos, en comparación con los valores físicos que descomponen el método físico, disfrutando del método utilizado por muestreo y descripciones de 2 puntos para proporcionar la visualización de datos con marcos y gráficos, conclusiones que vienen durante un Se encuentran parámetros químicos desconocidos, y se encuentran los siguientes valores. En la medición de pH 7.185, dureza  $\text{CaCO}_3$  medición de la universidad 94.95 mg / l,  $\text{CaCO}_3$  de alcalino total 76.7 mg / l, solubilidad total sólida 231.25 mg / l, cloruros 23.05 mg / l, sulfato  $\text{SO}_4$  16.1 16.1 mg / L, en parámetros de material, color (0) PT / CO, 1.58 Tratado en DNU, conductividad 253.6 ( $\mu\text{s} / \text{cm}$ ), temperatura 13.1 ° C, resultados Show Cumplimiento 91, 67% de los valores incorporados Mediante las regulaciones existentes para las normas ambientales de calidad ambiental, el principal Decreto No. 004 7-MINAM, los valores se analizan en los mismos parámetros e identificando el Tratado de PCB tradicional.

Gerónimo (2021), en sus tesis titulado, “Determinación de calidad fisicoquímica del agua en el manantial Aladino Mañazo – Puno 2021”, cuyos objetivos planteados fueron: a) Determinar las concentraciones de los parámetros físicos Temperatura, Sólidos Totales y Conductividad Eléctrica del manantial Aladino VI, el método utilizado en el estudio es evaluar las muestras de estudio descriptivas utilizando el protocolo de control de recursos de aguas superficiales nacional, con 3 muestras, para la integración específica de muestreo general. Calidad media de agua. Resultados obtenidos por pantalla: Temperatura (17.02 ° C), solubles solubles sólidos (492 mg / l), conductividad (1304  $\mu\text{s} / \text{cm}$ ), potencial de hidrógeno (7,64 módulos de pH), demanda de oxígeno bioquímico (4.9 mg / l), en comparación Con el último Decreto N° 004-2017: MINAM, tipo 3 para satisfacer las normas ambientales para el agua. Por otro lado, los estándares de oxígeno disueltos (3.1 mg / l) más allá de los estándares de calidad del agua. Estos resultados no cumplen

con todos los CRC, en comparación con las estructuras que la calidad del agua tiene una calidad promedio del agua porque el parámetro de oxígeno disuelto no cumple con el agua, y escribe 3 árboles de riego y bebidas de animales.

Sandoval (2021), en su trabajo de investigación “Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del Centro Poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019”, la metodología incluye la obtención de muestras de líquido de cinco pozos las mismas que fueron sometidas a estudio de laboratorio, los resultados fueron los parámetros físicos en el líquido de foso en el Núcleo caserío de Moro fueron para conductividad eléctrica media de  $5270\mu\text{S}/\text{cm}$  que supera el margen aceptable ( $1500\mu\text{S}/\text{cm}$ ) la calor media fue de  $17.82\text{ }^\circ\text{C}$  los sólidos disueltos totales de  $682.51\text{mg}/\text{l}$  que se encuentra dentro de lo habitual la turbidez del líquido fue en media  $1.34\text{ UNT}$  que se halla dentro de lo habitual los parámetros químicos fueron para el pH el media de  $7.62$  unidades que se encuentra dentro de lo habitual los sulfatos con media de  $43.65\text{mg}/\text{l}$  que se halla dentro de lo habitual los nitratos con media de  $37.45\text{mg}/\text{l}$  que se encuentra dentro de lo habitual la aspereza totalidad con  $134.19\text{mg}/\text{l}$  que se encuentra dentro de lo habitual los cloruros con Media de  $289.35\text{mg}/\text{l}$  dentro de lo habitual los parámetros bacteriológicos en el líquido de foso fue para coliformes totales un media de  $109.60\text{ UFC}/100\text{ ml}$  superando el margen aceptable ( $100\text{ UFC}/100\text{ml}$ ) los coliformes termotolerantes estuvieron ausentes en las cinco muestras de líquido Se concluye que en lo físico la conductividad eléctrica excede el margen aceptable y en lo microbiológico los coliformes totales exceden igualmente mentado.

### **1.3. OBJETIVOS**

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

Determinar calidad del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku del barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno, según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.

### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los valores de los parámetros físicos: Color, Turbiedad, Conductividad, Sólidos totales disueltos, del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku con fines de consumo humano del Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno, según el D.S. N° 031-2010-SA.
- Determinar los valores de los parámetros químicos: pH, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, Nitratos, del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku con fines de consumo humano del Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno, según el D.S. N° 031-2010-SA.
- Evaluar los parámetros bacteriológicos: coliformes totales y coliformes termotolerantes, del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku, con fines de consumo humano, del Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno, según el D.S. N° 031-2010-SA.

## **CAPÍTULO II**

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

#### **2.1. MARCO TEÓRICO**

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

En nuestro país como en otros se utilizan como referencia las Guías de la OMS respecto a la calidad del agua, éstas guías se difunden cada doce años, en donde se actualiza información última relacionada al agua y sus características. La descripción y evolución de la calidad de aguas es una materia compleja, no exenta de controversias en cuanto a la capacidad de las diferentes metodologías para informar sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico (Ecofluidos Ingenieros S.A., 2012, p. 8).

##### **2.1.2. AGUA DE CONSUMO HUMANO**

El agua para consumo humano se define en las normas de saneamiento como cualquier agua en su estado original o después de su tratamiento, utilizada para beber, cocinar, preparar alimentos, productos de higiene personal y para otros fines domésticos, independientemente de la naturaleza del agua. Ya sea que se suministre a los consumidores, a través de una red de distribución pública o privada, camiones cisterna y/o depósitos públicos o privados.(Asturias, 2016)

Este decreto supremo regula el uso de los elementos, sustancias, sustancias físicas, químicas y biológicas presentes en el agua como receptores y constituyentes fundamentales de los ecosistemas acuáticos sin que causen peligros graves al medio ambiente sino a la salud humana, establece el nivel de concentración. (Decreto Supremo N° 004, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, 2017)

### 2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL AGUA.

En cualquier tipo de agua proveniente de medios naturales se realiza la disolución con diferentes factores como el aire, suelo, vegetación ya que se mezcla de forma natural con ellos, este tipo de combinación se da inclusive con los gases los cuales por el proceso en sí del proceso los elementos quedan distribuidos en proporciones iguales. (Envira, 2018)

También tenemos que agregar que en el medio del agua existen seres vivos que mediante procesos biológicos interactúan en éste medio consumiendo y expulsando diferentes sustancias, de ésta forma en el agua sobre todo la dulce existen un número alto de elementos en su composición química, el cual depende de muchos factores, de los elementos que lo componen más simples que podemos ubicar en las aguas dulces son: los cloruros y nitratos, carbonatos, sulfatos y bicarbonatos. (Decreto Supremo N° 004, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, 2017)

Parte de la estructura, pero con cantidades más pequeñas, fosfatos y silicato, metal, gas disuelto, tales como oxígeno, nitrógeno y CO<sub>2</sub>. El compuesto con agua está compuesto químicamente en su estado natural que puede ser modificado por los humanos, al realizar actividades como la agricultura, la industria, el ganado y la explotación. Este proceso se produce de diferentes maneras de tal salida, por lo que la mezcla y la combinación de varios orígenes gracias a la descarga de agua restante o filtrando diferentes productos químicos en el suelo. (Brousett-Minaya et al., 2018)

Esta incorporación ocasiona la degradación de la calidad del agua provocando diferentes efectos negativos como:

- La modificación de los ecosistemas acuáticos
- La destrucción de los recursos hídricos
- Riesgo para la salud
- Aumentar el costo del tratamiento del agua a utilizar

La composición específica de un agua determinada influye en propiedades físicas tales como densidad, conductividad etc. Los parámetros de control se agrupan de la siguiente forma:

**a). FÍSICOS.**

- Color.
- Turbiedad
- Conductividad.
- Sólidos totales disueltos

**b). QUÍMICOS.**

- pH
- Cloruros
- Sulfatos
- Dureza total
- Nitratos

**c). Bacteriológicos**

- Coliformes totales
- Coliformes termotolerantes

**2.1.4. PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA.**

a) Temperatura (T) El agua subterránea generalmente tiene poca fluctuación de temperatura y responde a la temperatura promedio anual, aumentando la temperatura a medida que se profundiza a razón de aproximadamente 1°C cada 33 metros. La temperatura afecta la viscosidad del agua y su capacidad para absorber gas. (Ley de los Recursos Hídricos, 2019)

**b) Turbidez:** La turbidez es la dificultad que tiene el agua para transmitir la luz y se mide en partes por millón (ppm) de SiO<sub>2</sub>. El agua, llamada clara o transparente, tiene menos de 1,42 ppm de SiO<sub>2</sub> y se puede ver a un espesor de 4 metros. Hasta 2,85 ppm de SiO<sub>2</sub> se denomina opalina y es ligeramente turbio hasta 6,25, turbio hasta 9 y muy turbio por encima de 9 ppm. Para aguas subterráneas, el valor es generalmente menos de 1 ppm (Samboni, 2007)



**c. Conductividad eléctrica (CE)** La conductividad eléctrica (CE) es la capacidad de una disolución acuosa para conducir electricidad. La resistividad eléctrica es el recíproco de la conductividad. Este último se considera generalmente porque aumenta en paralelo con el contenido de sal. La conductividad aumenta con el contenido de electrolitos disueltos, fluctuando entre 100-2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en agua dulce subterránea y alrededor de 45000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en agua de mar a 18°C (Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, 2016)

**d. Sólidos disueltos totales (SDT)**

SDT es una medida de la materia en una muestra de agua de menos de 2 micrones (2 millonésima parte de un metro) y no se puede eliminar con filtros convencionales. TDS es básicamente la suma de todos los minerales, metales y sales que se disuelven en el agua y es un indicador de la calidad del agua. El SDT está clasificado como contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y se recomienda un máximo de 500 mg/L en el agua potable. Este estándar secundario se introdujo porque el aumento de SDT hace que el agua se vea turbia y reduce el sabor del agua. Las personas que no están acostumbradas a beber agua con alto contenido de SDT pueden experimentar inflamación gastrointestinal (Sigler y Bauder, 2017).

**2.1.5. PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA.**

**a). pH**

Determinar el nivel de pH, en la medida en que sus valores estén presentes en el agua, ya sea esta natural o residual, es una propiedad que determina las reacciones biológicas y químicas en su interior. Cuando los valores de pH alcanza valores altos, puede llevar a la muerte de los animales que allí habitan, y también altera dramáticamente la flora y fauna del ambiente porque afecta cambios en la solubilidad, y el metabolismo de los nutrientes, entre los más importantes.(Aguilar & Navarro, 2018)

El pH es una forma muy importante en los sistemas químicos y biológicos de las aguas naturales. Cabe aclarar que el rango en el que el pH del agua debe ser de 5 a 9 para que la vida de los peces prospere allí, sin embargo, para la mayoría de las especies



acuáticas, el rango de pH apropiado es de 6,0 a 7,2. Fuera de este rango, la vida no puede ocurrir debido a la desnaturalización de las proteínas.(Asturias, 2016)

#### **b) Dureza total**

La dureza del agua subterránea se debe a los cationes polivalentes que contiene y en especial a los cationes  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  (Odicio & Soplin, 2021)

#### **c) Sulfatos**

El nombre del sulfato proviene de la oxidación estable del azufre, el cual se diluye fácilmente en el agua, pero se debe aclarar que el sulfato de estroncio, bario y el plomo no son solubles. Cuando disolvemos el sulfato, éste se reduce a sulfito y se volatiliza hacia la atmósfera como ácido sulfhídrico (Nina & Pinto, 2014, p. 35).

#### **d) Cloruros**

El agua natural contiene concentraciones muy diferentes de cloruro. Los manantiales o vertientes suelen tener una concentración baja de cloruro, y el agua de río o subterránea suele tener una cantidad considerable. El agua de mar tiene grandes cantidades de cloruro. El cloruro en la concentración correcta no es dañino para la salud de los seres humanos. Concentraciones de cloruro de aproximadamente 205 mg/L da un sabor salado al agua y provocan que muchos la rechazan. En áreas con escasez de agua, es importante utilizar una fuente de agua que contenga hasta 2.000 mg/L de cloruro en el uso doméstico, sin que cause efectos adversos, ya que el cuerpo humano se adapta al agua (Trujillo, 2016)

#### **d) Nitratos.**

Es un nutriente importante para el desarrollo de la flora y fauna acuática. Se encuentra comúnmente en el agua que forma amoníaco, nitratos y nitritos. Cuando las aguas residuales domésticas se vierten en los recursos hídricos, el nitrógeno existe como nitrógeno orgánico amoniacal y, cuando entra en contacto con el oxígeno disuelto, se convierte en nitrito y nitrato por oxidación. Este proceso de nitrificación depende de la temperatura del agua, el nivel de oxígeno disuelto y el pH.

## **2.1.6. PARÁMETROS DE CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA.**

### **a) Coliformes totales**

Las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan de lactosa a una temperatura de 44,5°C para producir ácido y gas (CO<sub>2</sub>), aeróbico o anaeróbico facultativo, oxidasa negativo, libre de esporas, con actividad β-galactosidasa. Las bacterias pertenecientes al grupo de coliformes totales están presentes tanto en aguas residuales como naturales y pueden sobrevivir y multiplicarse en los sistemas de distribución de agua. Los coliformes son constantes y abundantes y están presentes casi exclusivamente en la materia fecal, por lo que este grupo se utiliza como indicador de contaminación fecal en el agua. Los coliformes se componen de cuatro grupos principales: Escherichia, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella.

### **b) Coliformes termotolerantes (fecales)**

Los coliformes fecales o termotolerantes, llamados por poder soportar temperaturas de hasta 45 °C, forman parte del conjunto de coliformes y se encuentran en concentraciones muy altas en las heces humanas y animales, provocando así la contaminación fecal del grupo principal. En la mayoría de las aguas, el género predominante es Escherichia, pero algunas especies de bacterias Citrobacter, Klebsiella y Enterobacter también son termotolerantes. El grupo 95% de coliformes en heces está formado por Escherichia coli.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL.**

### **2.2.1. AGUA EN ESTADO NATURAL**

Llamada también agua cruda la cual se encuentra en el ambiente (océanos, aguas subterráneas, aguas superficiales, lluvias) aquellas que no han modificado su estado natural, no recibieron tratamiento. (Laura, 2019)

### **2.2.2. AGUAS RESIDUALES**

Las aguas residuales o llamadas también aguas servidas son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica, son todas aquellas aguas que fueron usadas con un fin o beneficio. (Laura, 2019)

### **2.2.3. AGUA TRATADA**

El agua tratada o potable se define como agua cuyas propiedades físicas, químicas y biológicas han sido alteradas o modificadas para fines benéficos.(Pradillo, 2016)

### **2.2.4. PROPIEDADES DE AGUA**

El agua que se considera completamente pura sólo existe en el laboratorio. En la naturaleza, el agua está expuesta a muchos elementos naturales que modifican su composición original.(Asturias, 2016)

### **2.2.5. FACTORES FÍSICO QUÍMICOS**

Los parámetros fisicoquímicos como por ejemplo la temperatura, DBO, etc. pueden condicionar las concentraciones de oxígeno, lo que puede ser un factor limitante en los ambientes lóticos (Decreto Supremo N° 031-SA, Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010)

### **2.2.6. CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

La contaminación del agua se define como la introducción de una sustancia extraña al medio ambiente a niveles tales que conllevan a la pérdida y degradación del recurso hídrico, lo que posteriormente afecta a la salud del ser humano .

### **2.2.7. CONTAMINACIÓN QUÍMICA**

La cantidad de productos químicos con capacidad para deteriorar los cursos de agua y los cuerpos de agua es casi ilimitada. La contaminación química del agua es omnipresente, con diversos grados de gravedad, en todo el continente americano.

### **2.2.8. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Es el acto de valoración total de la naturaleza física, química y biológica en el agua con relación a la calidad natural, esencialmente los que tienen riesgo de afectar a la salud humana, y a los cuerpos de agua

### **2.2.9. CADENA DE CUSTODIA**

Formato donde se registra la información relacionada con la toma de muestra, la cual es entregada al laboratorio para su análisis

### **2.2.10. MONITOREO**

Dícese el Instalar monitores en un lugar para someterlo en guardia, también es una acción que se extiende con la misión de conocer algo o alguien, así cómo se halla, el estado de objetos en materia ambiental de un medio y por lo tanto resulta ser la acción de gran ayuda en lo que respecta al cuidado del ecosistema (FAO, 1997).

### **2.2.11. MARCO NORMATIVO**

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

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La calidad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, no son aptas para el consumo humano, según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.

### **2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Los parámetros físicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, algunos exceden los valores establecidos, según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.
- Los parámetros químicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, algunos exceden los valores

establecidos, según el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.

- Los parámetros bacteriológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, exceden los valores establecidos, según el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.

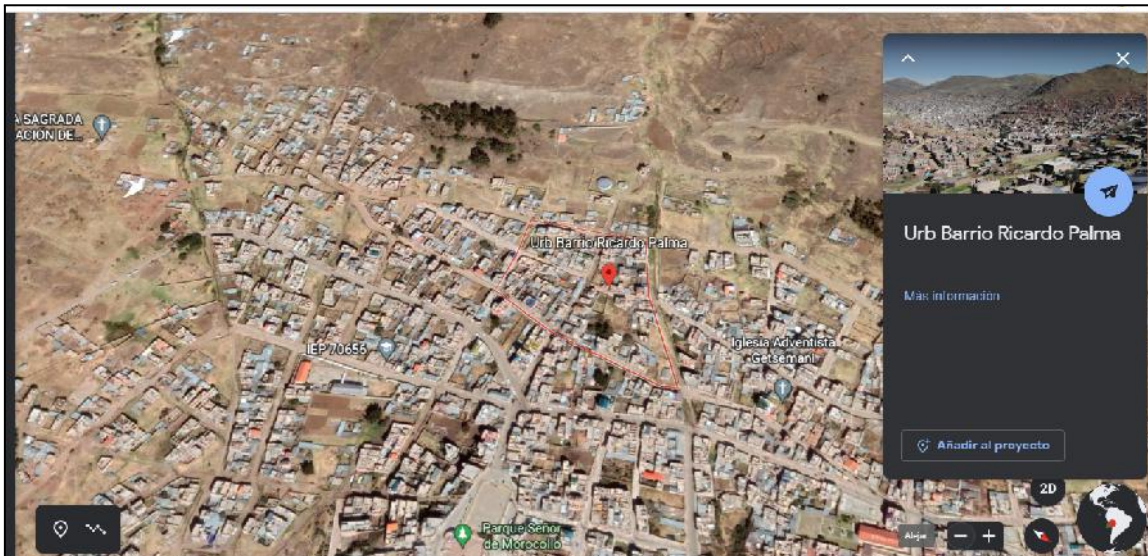
## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra en el Distrito de Puno, barrio Ricardo Palma, se encuentra a altitud 3 912 m.sn.m a una Latitud de 15°50'58''S y longitud de 70°01'32''W, el punto de captación del agua que hacen uso es de 40 familias del Barrio Ricardo Palma de la ciudad de Puno.

##### 3.1.1. UBICACIÓN



**Figura 01:** Barrio del Ricardo Palma, población beneficiaria.

**Fuente:** Google Earth Pro

#### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

##### 3.2.1. POBLACIÓN

En el Distrito de Puno existen aguas superficiales ubicados en diferentes barrios de la ciudad de Puno, y son de servicio para una determinada población, el Cerro Kacca Punku



tiene aguas superficiales, del cual se hace la captación para el consumo humano, en donde se hará el estudio está ubicado a 323,15 metros del punto de captación hasta el reservorio que está ubicado en el barrio Ricardo Palma.

### 3.2.2. MUESTRA

El tamaño de muestra de la investigación es el cuerpo de agua subterráneas del cerro Kacca Punku, la muestra para el presente trabajo de investigación serán: 2 puntos, el punto de captación del agua y el punto de recepción del agua, se harán dos repeticiones en el punto de captación y recepción final.

**Tabla 01:** Coordenadas para las muestras de agua.

| Punto de captación |            |         | Punto de recepción final (reservorio) |            |         |
|--------------------|------------|---------|---------------------------------------|------------|---------|
| Muestra            | UTM        | Volumen | Muestra                               | UTM        | Volumen |
| M1-Kacca Punku     | 15°51'04"S | 600 ml  | M2-Kacca Punku                        | 15°51'04"S | 600 ml  |
|                    | 70°01'48"W |         |                                       | 70°01'40"W |         |
| TOTAL              |            | 120 ml  |                                       |            |         |



**Figura 02:** Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.

**Fuente:** Google Earth Pro

### 3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

#### **Tipo de investigación:**

Descriptivo correlacional

#### **Diseño de investigación**

No experimental - Transversal o Sincrónica

#### **3.3.1. MÉTODO DE MUESTREO DE AGUA:**

El método de muestreo se basó en realización de la recolección y manipulación adecuada de las muestras, se siguió las recomendaciones establecidas en el Protocolo Nacional de la calidad de los Recursos Hídricos – Autoridad Nacional del Agua, 2016” (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)

El programa de campo ejecutable consta de los siguientes pasos:

##### **a) Ubicación de puntos de muestreo**

Se decidió la ubicación de los puntos de muestreo, la ubicación cuerpo de agua superficiales del cerro Kacca Punku, para consumo humano y el número de muestras a tomar, considerando la facilidad de acceso y transporte a los puntos de muestreo, teniendo en cuenta el uso actual de la población. Además, se definió el registro de la información de los puntos de muestreo mediante coordenadas UTM utilizando un sistema de posicionamiento satelital (GPS) para permitir un posicionamiento preciso.

##### **b) Trabajos de pre campo**

El trabajo de campo se inició con la preparación del material necesario para la toma de muestra, es por ello que fue necesario verificar con una lista de chequeo (check list) que se tienen todos los implementos para salir al campo.

El trabajo consistió en preparar con anticipación los materiales de laboratorio, plan de trabajo, lista de chequeo, formatos de campo (hoja de campo), equipos portátiles, mapa con los puntos de muestras, movilidad, baterías de equipos, etc. Este trabajo previo tendrá como objetivo cubrir todo los elementos indispensables para llevar a cabo una toma de muestras más efectiva.



### **c) Trabajo de campo**

Al llegar al punto de muestreo se hará una observación previa del lugar y continuar con los siguientes pasos:

- Se tomó lectura de las coordenadas del punto de muestreo e indicará el sistema al cual corresponde.
- Se preparan los frascos a utilizar de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
- Se procedió con el rotulado de los frascos. El transporte de los frascos, se realizó en coolers para evitar su contaminación.
- Se almaceno las muestras en el recipiente térmico (cooler) de forma vertical y considerando que los frascos de vidrio se encuentren apropiadamente protegidos evitando su rompimiento.
- Al finalizar la campaña de toma de muestras las muestras de agua se transportarán hasta el laboratorio debidamente refrigeradas con Ice pack, llevando consigo la cadena de custodia.

### **d) Toma de muestras por parámetros**

Las muestras de agua se recogió en botellas de plástico y cristal en función de los parámetros a analizar. Una vez más, el tamaño de muestra requerido está determinado por el método analítico utilizado por el laboratorio responsable del análisis.

#### **- Parámetros Físico Químicos - inorgánicos**

Estas muestras fueron tomadas en frascos de plástico y directamente del cuerpo de agua. Antes se realizó el enjuague del frasco con un poco de muestra, agitar y desechar el agua de lavado corriente abajo.

El procedimiento tuvo por finalidad la eliminación de posibles sustancias existentes en el interior del frasco que pudieran alterar los resultados. La muestra de estos parámetros provendrá del interior del cuerpo de agua a 3.4 m. de profundidad a partir de la superficie. Estas muestras no requirieron ser llenadas al 100%. En todo momento se evitó tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.

### - **Parámetros Biológicos y Microbiológicos**

Estos parámetros requerirán de frascos de vidrio previamente esterilizados, para luego ser llevados hasta el lugar de muestreo en las mejores condiciones de higiene. Durante la toma de muestras, el frasco se destapó el menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que pudieran alterar los resultados. También requerirán dejar un espacio libre para la homogeneización de las muestras, aproximadamente 5% del volumen del frasco, para evitar acelerar la mortandad de bacterias.

#### **3.3.2. MÉTODOS DE LABORATORIO**

Se utilizó las metodologías de la Norma Técnica Peruana (2012), Manual de Análisis de Agua HACH (2000), para los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

#### **3.3.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO**

Se realizó según las acciones del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

**Tabla 02:** Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica y parasitológicos.

| Parámetros                |                            | Unidad de medida        | Límite máximo permisible |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                           | Color                      | UCV escala Pt/Co        | 15                       |
| Parámetros Físicos        | Turbiedad                  | UNT                     | 5                        |
|                           | Conductividad              | μS/cm                   | 1 500                    |
|                           | pH                         | Valor pH                | 6,5 a 8,5                |
|                           | Cloruros                   | mg Cl/L                 | 250                      |
| Parámetros Químicos       | Sulfatos                   | mg SO <sub>4</sub> /L   | 250                      |
|                           | Dureza total               | mg CaCO <sub>3</sub> /L | 500                      |
|                           | Sólidos totales disueltos  | mg/L                    | 1 000                    |
|                           | Coliformes totales         | UFC/100 mL a 35°C       | 0                        |
| Parámetros Bacteriológico | Coliformes termotolerantes | UFC/100 mL a 44,5 °C    | 0                        |

### 3.3.4. MATERIALES:

#### Fase de campo

Procedimiento para la toma de muestra

Para iniciar con las tomas de muestras que se realizó en las aguas superficiales del cerro kacca Punku, lo primero que se hará es contar con los materiales e implementos necesarios y estos serán:

- GPS
- Frascos de muestreo (rotulados)
- Multiparámetro HANNA

- Agua destilada
- Recipiente para recojo de la toma de muestra
- Cooler refrigerante
- Planillas de registro
- Lápiz y lapiceros, plumones indelebles
- Tablero
- Casco
- Barbijo
- Guantes

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 03:** Operacionalización de variables de la investigación.

| VARIABLE   | DIMENSIONES         | INDICADORES               |
|--|---------------------|---------------------------|
| <b>Variable Independiente:</b><br><br>Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos proveniente del cerro Kacca Punku. | Parámetros Físicos  | Color                     |
|  |                     | Turbiedad                 |
|  |                     | Conductividad             |
|  | Parámetros Químicos | pH                        |
|  |                     | Cloruros                  |
|  |                     | Sulfatos                  |
|  |                     | Dureza total              |
|  |                     | Sólidos totales disueltos |
|  |                     | - Coliformes totales      |
|  |                     | - Coliformes              |
| <b>Variable Dependiente:</b><br><br>Calidad de Agua para consumo humano, según D.S. N° 031-2010-SA.                                    | Calidad del Agua    | Buena                     |
|  |                     | Regular                   |
|  |                     | Mala                      |

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

#### a) Media aritmética.

De acuerdo al tipo de investigación que corresponde a nuestro trabajo, se ha determinado utilizar un análisis estadístico, el cual nos permitió obtener la siguiente información de cada una de las muestras recolectadas:

### La media aritmética.

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n}{N}$$

Donde X es el valor del parámetro de la muestra en 1,2,3,4.

- Valor Máximo. Es el valor numérico máximo del conjunto de datos obtenido de los valores de las muestras por parámetro.
- Valor Mínimo. Es el valor numérico mínimo del conjunto de datos obtenido de los valores de las muestras por parámetro.

### b) Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^N (x_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Donde:

$X_i$  = Valores obtenidos de la medición de cada parámetro por muestra.

$\bar{X}$  = Media Aritmética.

N = Número de muestras. Con los valores obtenidos se construirá una tabla que nos permitirá ver en resumen los promedios de los valores de los parámetros obtenidos.

### Metodología de Comparación de Datos:

Los resultados anteriores se deberán de comparar con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad de Agua y Recursos Hídricos - ECA (Ver Anexo N°01).

Para una mejor interpretación y entendimiento del comportamiento de los datos, utilizaremos una herramienta de análisis de datos que se utiliza como un diagrama que muestra los valores del producto de una medición de una característica de calidad.

### **c) T - Student**

Se usaron métodos de estadística descriptiva para presentar los datos mediante cuadros y gráficos, y al mismo tiempo se utilizó también el método T - Student de la estadística inferencia para medir la diferencia entre los valores de las pruebas.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### **4.1. RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU DEL BARRIO RICARDO PALMA DEL DISTRITO DE PUNO, SEGÚN DECRETO SUPREMO (N° 031-2010-SA)**

Para determinar los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, se tomaron sólo dos muestras en puntos diferentes, el primer punto fue en la captación de agua (M1-Kacca Punku), y el segundo punto fue en el depósito de agua para su distribución (M2-Kacca Punku); se realizó la repetición en dos épocas siendo en época de estiaje y época de avenida.

Los valores fisicoquímicos y microbiológicos de las dos muestras se presentan agrupados, en conformidad a los resultados de análisis de agua (Ver Tabla 04, tabla 05, tabla 07 y tabla 08), realizados en el laboratorio de control de calidad, facultad de ingeniería química de la Universidad Nacional de Altiplano, la primera repetición (época de estiaje), el 28 de diciembre del 2022, expedidos bajo certificado de análisis N° 001882 para la muestra 01 y certificado de análisis N° 001881 para la muestra 02, la segunda repetición (época de avenida) realizado en día 27 de marzo del 2023, expedidos bajo certificado de análisis N° 001884 para la muestra 01 y certificado de análisis N° 001887 para la muestra 02.



**Tabla 04:** Primera repetición para los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, de la muestra 01.

| <b>Parámetros</b>                     | <b>Unidad</b> | <b>Muestra 01</b> |
|---------------------------------------|---------------|-------------------|
| <b>Características Organolépticas</b> |               |                   |
| Aspecto                               |               | <b>Líquido</b>    |
| Color                                 |               | <b>Incoloro</b>   |
| Olor                                  |               | <b>Inodoro</b>    |
| <b>Características físicos</b>        |               |                   |
| Temperatura                           | °C            | <b>14.00</b>      |
| Conductividad Eléctrica.              | uS/cm         | <b>216.00</b>     |
| <b>Características Químicas</b>       |               |                   |
| pH                                    |               | <b>6.02</b>       |
| Dureza total como CaCO <sub>3</sub>   | mg/L          | <b>332.00</b>     |
| Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>    | mg/L          | <b>142.18</b>     |
| Cloruros como Cl                      | mg/L          | <b>129.96</b>     |
| Sulfatos Totales Disueltos            | mg/L          | <b>50.50</b>      |
| Sólidos totales disueltos             | mg/L          | <b>108.50</b>     |
| Calcio como Ca <sup>++</sup>          | mg/L          | <b>89.18</b>      |
| Magnesio como Mg <sup>++</sup>        | mg/L          | <b>26.50</b>      |
| Sólidos Totales                       | mg/L          | <b>514.94</b>     |

|                         |     |              |
|-------------------------|-----|--------------|
| Porcentaje de salinidad | %   | <b>0.10</b>  |
| Turbidez                | NTU | <b>34.77</b> |

**Características microbiológico**

|                              |           |              |
|------------------------------|-----------|--------------|
| Bacterias coliformes totales | UFC/100ml | <b>4</b>     |
| Coliformes fecales           | UFC/100ml | <b>&lt;1</b> |

---

**Tabla 05:** Primera repetición para los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, de la muestra 02.

| <b>Parámetros</b>                     | <b>Unidad</b> | <b>Muestra 2</b> |
|---------------------------------------|---------------|------------------|
| <b>Características Organolépticas</b> |               |                  |
| Aspecto                               |               | Líquido          |
| Color                                 |               | Incoloro         |
| Olor                                  |               | Inodoro          |
| <b>Características físicos</b>        |               |                  |
| Temperatura                           | °C            | 13.80            |
| Conductividad Eléctrica.              | uS/cm         | 235.00           |
| <b>Características Químicas</b>       |               |                  |
| pH                                    |               | 6.10             |
| Dureza total como CaCO <sub>3</sub>   | mg/L          | 415.52           |
| Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>    | mg/L          | 136.21           |
| Cloruros como Cl                      | mg/L          | 135.96           |
| Sulfatos Totales Disueltos            | mg/L          | 49.90            |
| Sólidos totales disueltos             | mg/L          | 117.30           |
| Calcio como Ca <sup>++</sup>          | mg/L          | 78.50            |
| Magnesio como Mg <sup>++</sup>        | mg/L          | 53.30            |
| Sólidos Totales                       | mg/L          | 270.24           |

|                         |   |      |
|-------------------------|---|------|
| Porcentaje de salinidad | % | 0.10 |
|-------------------------|---|------|

|          |     |       |
|----------|-----|-------|
| Turbidez | NTU | 25.81 |
|----------|-----|-------|

**Características microbiológico**

|                              |           |   |
|------------------------------|-----------|---|
| Bacterias coliformes totales | UFC/100ml | 4 |
|------------------------------|-----------|---|

|                    |           |    |
|--------------------|-----------|----|
| Coliformes fecales | UFC/100ml | <1 |
|--------------------|-----------|----|

---

**Tabla 06:** Media de la primera repetición de los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku de la muestra 01 y muestra 02.

| Parámetros                          | Unidad | Muestra 1 | Muestra 2 | Media  |
|-------------------------------------|--------|-----------|-----------|--------|
| <b>Características</b>              |        |           |           |        |
| <b>Organolépticas</b>               |        |           |           |        |
| Aspecto                             |        | Líquido   | Líquido   |        |
| Color                               |        | Incoloro  | Incoloro  |        |
| Olor                                |        | Inodoro   | Inodoro   |        |
| <b>Características físicos</b>      |        |           |           |        |
| Temperatura                         | °C     | 14.00     | 13.80     | 13.9   |
| Conductividad Eléctrica.            | uS/cm  | 216.00    | 235.00    | 225.5  |
| <b>Características Químicas</b>     |        |           |           |        |
| pH                                  |        | 6.02      | 6.10      | 6.02   |
| Dureza total como CaCO <sub>3</sub> | mg/L   | 332.00    | 415.52    | 373.76 |
| Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>  | mg/L   | 142.18    | 136.21    | 139.57 |
| Cloruros como Cl                    | mg/L   | 129.96    | 135.96    | 132.96 |
| Sulfatos Totales Disueltos          | mg/L   | 50.50     | 49.90     | 50.2   |
| Sólidos totales disueltos           | mg/L   | 108.50    | 117.30    | 112.9  |
| Calcio como Ca <sup>++</sup>        | mg/L   | 89.18     | 78.50     | 83.84  |

|                                |      |        |        |        |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|
| Magnesio como Mg <sup>++</sup> | mg/L | 26.50  | 53.30  | 39.9   |
| Sólidos Totales                | mg/L | 514.94 | 270.24 | 392.59 |
| Porcentaje de salinidad        | %    | 0.10   | 0.10   | 0.10   |
| Turbidez                       | NTU  | 34.77  | 25.81  | 30.29  |

### **Características**

#### **microbiológico**

|                              |           |    |    |    |
|------------------------------|-----------|----|----|----|
| Bacterias coliformes totales | UFC/100ml | 4  | 4  | 4  |
| Coliformes fecales           | UFC/100ml | <1 | <1 | <1 |

Como se observa en la tabla 06, los datos de ambas muestras muestran valores no muy dispersos; algunas diferencias podemos encontrar son que la muestra 1 y muestra 2 que se tomó en el punto captación y punto de recepción de agua expone mayores valores en la turbiedad, el pH.

**Tabla 07:** Segunda repetición para los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, de la muestra 01.

| <b>Parámetros</b>                     | <b>Unidad</b> | <b>Muestra 1</b> |
|---------------------------------------|---------------|------------------|
| <b>Características Organolépticas</b> |               |                  |
| Aspecto                               |               | <b>Líquido</b>   |
| Color                                 |               | <b>Incoloro</b>  |
| Olor                                  |               | <b>Inodoro</b>   |
| <b>Características físicos</b>        |               |                  |
| Temperatura                           | °C            | 14.00            |
| Conductividad Eléctrica.              | uS/cm         | 444.00           |
| <b>Características Químicas</b>       |               |                  |
| pH                                    |               | 5.36             |
| Dureza total como CaCO <sub>3</sub>   | mg/L          | 381.48           |
| Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>    | mg/L          | 180.40           |
| Cloruros como Cl                      | mg/L          | 133.90           |
| Sulfatos                              | mg/L          | 32.04            |
| Sólidos totales disueltos             | mg/L          | 222.00           |
| Calcio como Ca <sup>++</sup>          | mg/L          | 95.84            |
| Magnesio como Mg <sup>++</sup>        | mg/L          | 34.48            |
| Sólidos Totales                       | mg/L          | 222.01           |



|                         |   |      |
|-------------------------|---|------|
| Porcentaje de salinidad | % | 0.20 |
|-------------------------|---|------|

|          |     |      |
|----------|-----|------|
| Turbidez | NTU | 8.84 |
|----------|-----|------|

**Características microbiológico**

|                              |           |   |
|------------------------------|-----------|---|
| Bacterias coliformes totales | UFC/100ml | 4 |
|------------------------------|-----------|---|

|                    |           |    |
|--------------------|-----------|----|
| Coliformes fecales | UFC/100ml | <1 |
|--------------------|-----------|----|

---

**Tabla 08:** Segunda repetición para los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, de la muestra 02.

| <b>Parámetros</b>                     | <b>Unidad</b> | <b>Muestra 2</b> |
|---------------------------------------|---------------|------------------|
| <b>Características Organolépticas</b> |               |                  |
| Aspecto                               |               | Líquido          |
| Color                                 |               | Incoloro         |
| Olor                                  |               | Inodoro          |
| <b>Características físicos</b>        |               |                  |
| Temperatura                           | °C            | 13.80            |
| Conductividad Eléctrica.              | uS/cm         | 235.00           |
| <b>Características Químicas</b>       |               |                  |
| pH                                    |               | 6.10             |
| Dureza total como CaCO <sub>3</sub>   | mg/L          | 294.24           |
| Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>    | mg/L          | 162.42           |
| Cloruros como Cl                      | mg/L          | 131.96           |
| Sulfatos                              | mg/L          | 95.60            |
| Sólidos totales disueltos             | mg/L          | 211.00           |
| Calcio como Ca <sup>++</sup>          | mg/L          | 93.47            |
| Magnesio como Mg <sup>++</sup>        | mg/L          | 15.93            |
| Sólidos Totales                       | mg/L          | 219.87           |

|                         |   |      |
|-------------------------|---|------|
| Porcentaje de salinidad | % | 0.20 |
|-------------------------|---|------|

|          |     |      |
|----------|-----|------|
| Turbidez | NTU | 4.33 |
|----------|-----|------|

**Características microbiológico**

|                              |           |   |
|------------------------------|-----------|---|
| Bacterias coliformes totales | UFC/100ml | 4 |
|------------------------------|-----------|---|

|                    |           |    |
|--------------------|-----------|----|
| Coliformes fecales | UFC/100ml | <1 |
|--------------------|-----------|----|

---

**Tabla 09:** Media de la segunda repetición de los valores físicos químicos y microbiológicos del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku de la muestra 01 y muestra 02.

| Parámetros                          | Unidad | Muestra 1 | Muestra 2 | Media  |
|-------------------------------------|--------|-----------|-----------|--------|
| <b>Características</b>              |        |           |           |        |
| <b>Organolépticas</b>               |        |           |           |        |
| Aspecto                             |        | Líquido   | Líquido   |        |
| Color                               |        | Incoloro  | Incoloro  |        |
| Olor                                |        | Inodoro   | Inodoro   |        |
| <b>Características físicos</b>      |        |           |           |        |
| Temperatura                         | °C     | 14.00     | 13.80     | 13.9   |
| Conductividad Eléctrica.            | uS/cm  | 444.00    | 235.00    | 339.5  |
| <b>Características Químicas</b>     |        |           |           |        |
| pH                                  |        | 5.36      | 6.10      | 5.73   |
| Dureza total como CaCO <sub>3</sub> | mg/L   | 381.48    | 294.24    | 337.86 |
| Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>  | mg/L   | 180.40    | 162.42    | 171.41 |
| Cloruros como Cl                    | mg/L   | 133.90    | 131.96    | 132.93 |
| Sulfatos Totales Disueltos          | mg/L   | 32.04     | 95.60     | 63.82  |
| Sólidos totales disueltos           | mg/L   | 222.00    | 211.00    | 216.5  |
| Calcio como Ca <sup>++</sup>        | mg/L   | 95.84     | 93.47     | 94.655 |

|                                |      |        |        |        |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|
| Magnesio como Mg <sup>++</sup> | mg/L | 34.48  | 15.93  | 25.20  |
| Sólidos Totales                | mg/L | 222.01 | 219.87 | 220.94 |
| Porcentaje de salinidad        | %    | 0.20   | 0.20   | 0.20   |
| Turbidez                       | NTU  | 8.84   | 4.33   | 6.585  |

### **Características**

#### **microbiológico**

|                              |           |    |    |    |
|------------------------------|-----------|----|----|----|
| Bacterias coliformes totales | UFC/100ml | 4  | 4  | 4  |
| Coliformes fecales           | UFC/100ml | <1 | <1 | <1 |

---

Como se observa en la tabla 09, los datos de ambas muestras muestran valores no muy dispersos; algunas diferencias podemos encontrar son que la muestra 1 y muestra 2 que se tomó en el punto captación y punto de recepción de agua expone mayores valores en la turbiedad, el pH.

**Tabla 10:** Prueba T-Student de diferencias de medias.

| <b>Valor de prueba = 0</b>      |         |    |                     |                         |  |               |
|---------------------------------|---------|----|---------------------|-------------------------|--|---------------|
|                                 | t       | gl | Sig.<br>(bilateral) | Diferencia<br>de medias | 95% de intervalo de<br>confianza de la<br>diferencia |               |
|                                 |         |    |                     |                         | Inferior   | Superior      |
| pH                              | 151,500 | 1  | ,004                | 6,06000                 | 5,5518   | 6,5682        |
| Conductivida<br>d Eléctrica     | 23,737  | 1  | ,027                | 225,50000               | 104,7911   | 346,2089      |
| Dureza Total                    | 8,950   | 1  | ,071                | 373,76000               | -156,8511  | 904,3711      |
| Alcalinidad                     | 46,631  | 1  | ,014                | 139,19500               | 101,2670   | 177,1230      |
| Cloruros                        | 44,320  | 1  | ,014                | 132,96000               | 94,8414  | 171,0786      |
| Sulfatos                        | 167,333 | 1  | ,004                | 50,20000                | 46,3881  | 54,0119       |
| Sólidos<br>Totales<br>Disueltos | 25,659  | 1  | ,025                | 112,90000               | 56,9927  | 168,8073      |
| Calcio                          | 15,700  | 1  | ,040                | 83,84000                | 15,9889  | 151,6911      |
| Magnesio                        | 2,978   | 1  | ,206                | 39,90000                | -130,3631  | 210,1631      |
| Sólidos<br>Totales              | 3,209   | 1  | ,192                | 392,59000               | -1162,014<br>1                                       | 1947,194<br>1 |
| Turbidez                        | 6,761   | 1  | ,093                | 30,29000                | -26,6338   | 87,2138       |

En la tabla 10, se puede observar que los parámetros que muestran diferencias significativas son los que tienen un Sig >0.05, estos son el PH, la Dureza Total y la Alcalinidad; mientras que los demás parámetros muestran valores estadísticamente similares.

## **4.2. RESULTADOS DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS: COLOR, TURBIEDAD, CONDUCTIVIDAD, SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS, DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU CON FINES DE CONSUMO HUMANO, EN EL BARRIO RICARDO PALMA DEL DISTRITO DE PUNO - 2022.**

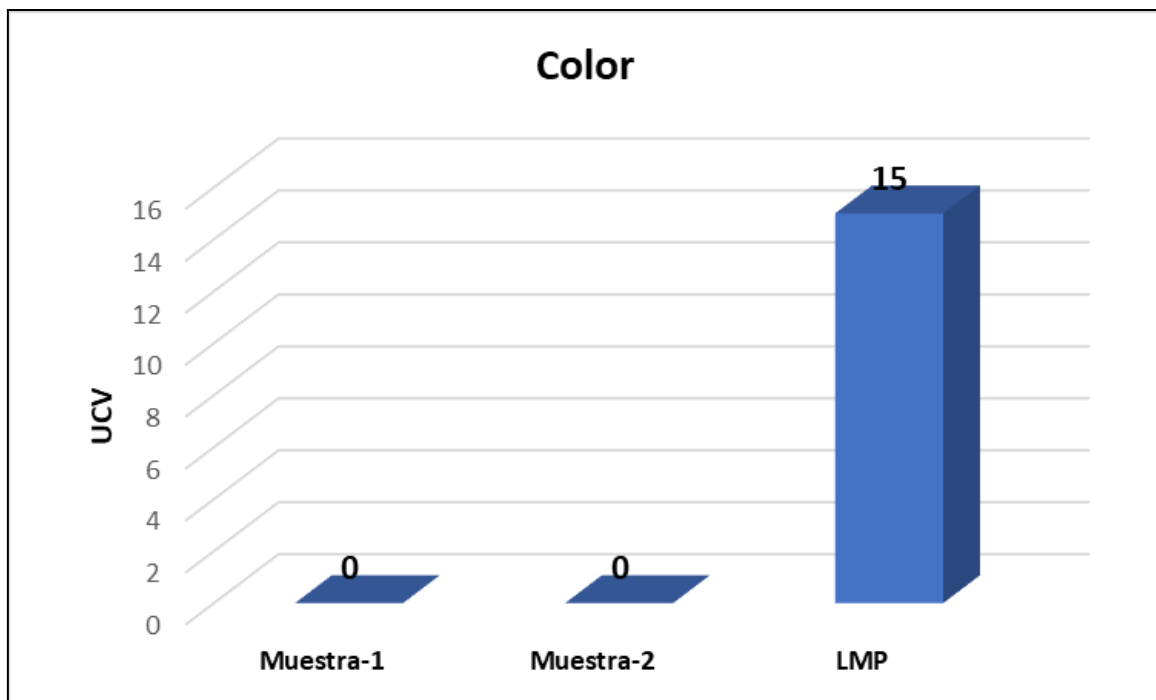
### **4.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PRIMERA REPETICIÓN.**

Los resultados reportados en los 2 puntos de toma de muestras in situ y el análisis de laboratorio, se realizó en dos épocas de estiaje siendo el 28 de diciembre del 2022 y de avenida el 27 de marzo del 2023, para cada parámetro evaluado se detallan a continuación:

#### **4.2.1.1. Análisis del parámetro color**

El color del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, ha sido evaluado en la unidad Color Verdadero de Escala (Pt/Co) (ver Figura 3), como se observa muestra valores de 0, es decir es Incoloro en los puntos M1-Kacca Punku, M2-Kacca Punku, muy por debajo del estándar de 15 NTU, permitido según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, por lo cual respecto a este parámetro, agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, cumple con el estándar nacional.



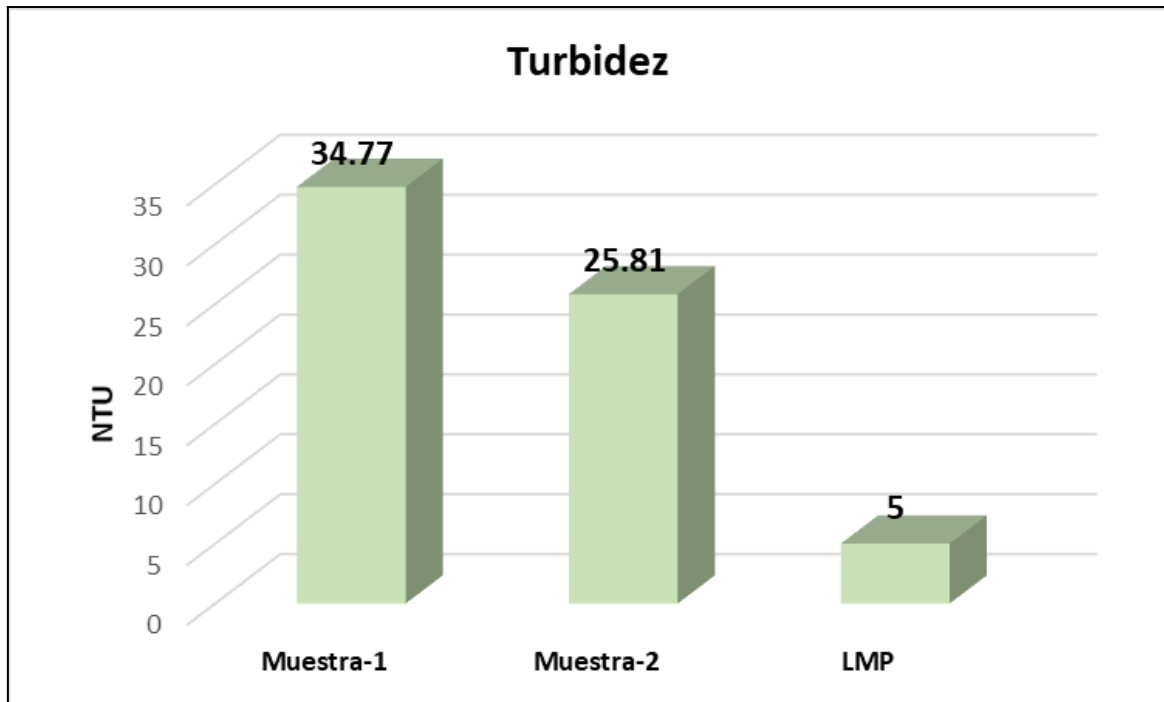


**Figura 03:** Resultados de la primera repetición del color del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

En la revisión de antecedentes nacionales encontramos que nuestro hallazgo de valor 0, es inferior y por ende mejor a los encontrados en estudios de manantiales desarrollados por: Choque (2021), quien obtuvo como resultado el color del agua en el manantial Unkiñani ha sido evaluado en la unidad Color verdadero de escala (Pt/Co), como se observa muestra valores de 0, es decir es incoloro en los puntos Funku 1 (0 Pt/Co) , Funku 2 (0 Pt/Co) y la media (0 Pt/Co), muy por debajo del estándar de 15 NTU.

#### 4.2.1.2. Análisis del parámetro turbiedad.

La turbiedad expresada en NTU (Unidades de Nefelometrías de Turbiedad) del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, (ver Figura 4), muestra valores unitarios de los puntos M1-Kacca Punku (8.84 NTU), M2-Kacca Punku (34.77 NTU) , está muy por encima del estándar de 5 NTU, según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, por lo cual respecto a este parámetro, el agua de nuestros manantes del cerro kacca Punku, bajo estudio, no cumple con el estándar nacional.

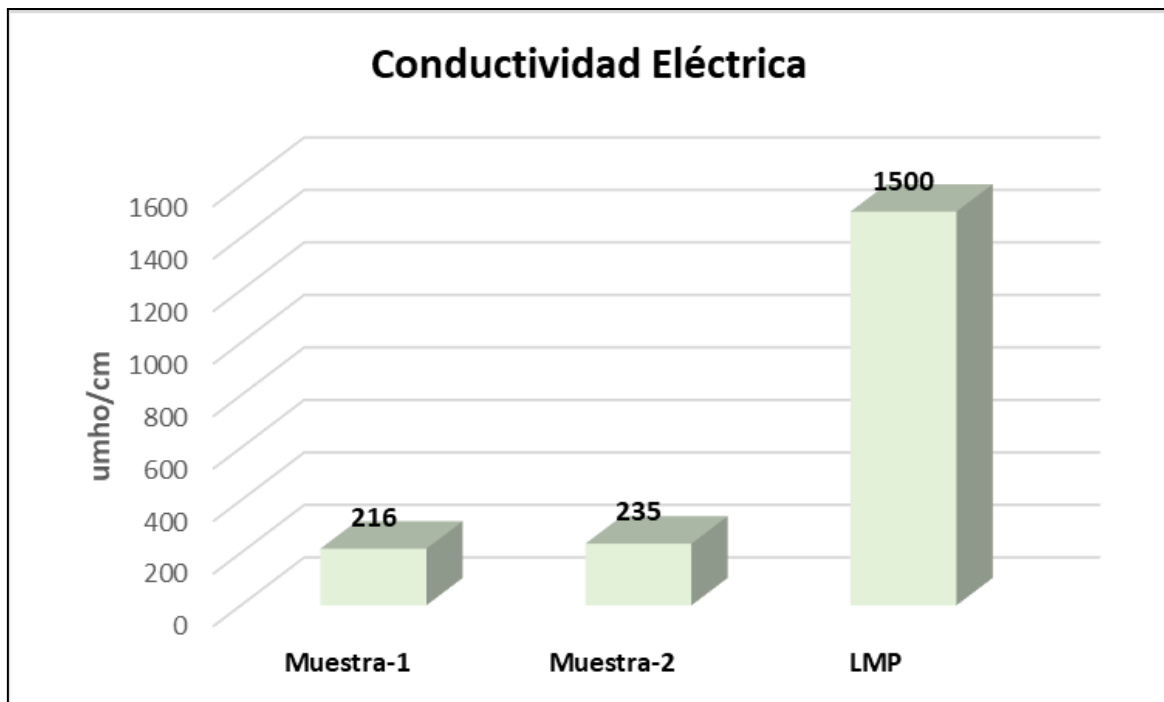


**Figura 04:** Resultados de la primera repetición de turbiedad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

Se observa que nuestros resultados las dos muestras superan los límites máximos permisibles, mientras Sandoval (2021), en sus resultados de análisis de la turbiedad tuvo un promedio 1.34 NTU, que se halla dentro de lo normal de pozos en el centro poblado de Moro, Paucarcolla.

#### 4.2.1.3. Análisis del parámetro conductividad

Los resultados de la conductividad encontrada del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, (ver Figura 7), nos muestran valores de 216.00 uS/cm para punto M1-Kacca Punku y 444.00 uS/cm en el punto M2-Kacca Punku, estos valores están muy debajo del máximo del estándar establecido según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, por lo cual respecto a este parámetro, el agua de nuestro manantes del cerro kacca Punku, bajo estudio, si cumple con el estándar nacional; se encuentra en un nivel de conductividad adecuado.



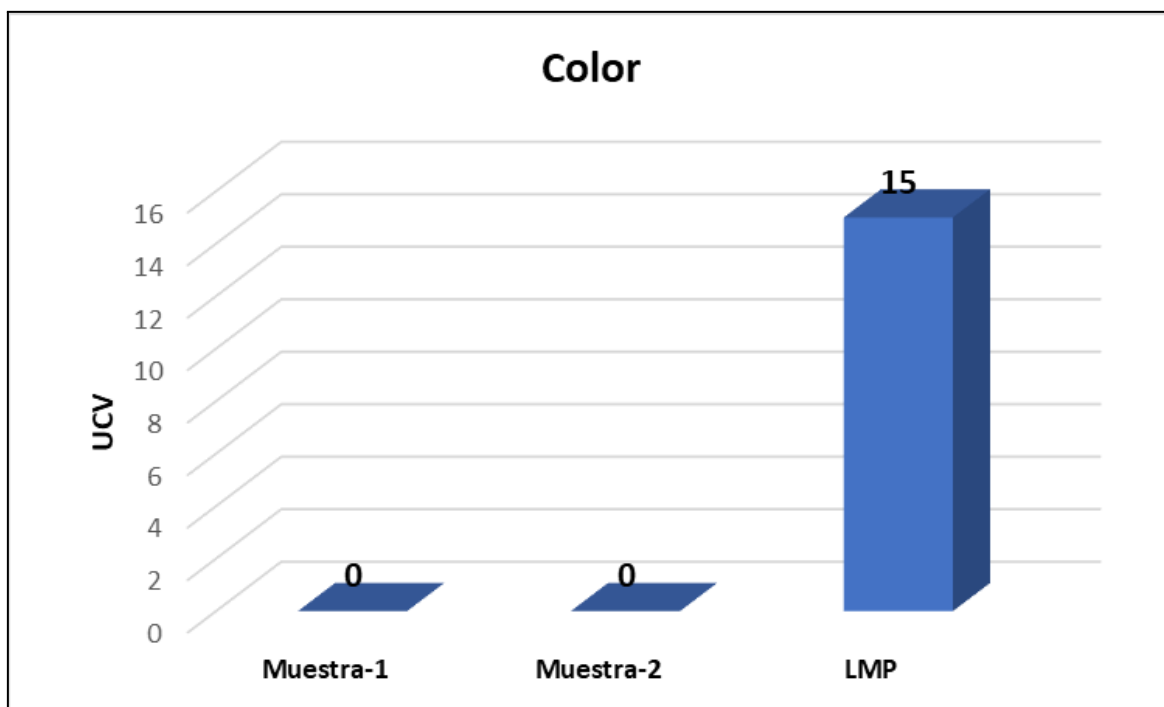
**Figura 05:** Resultados de la primera repetición de conductividad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

La conductividad obtenida respecto a estudios similares, muestra mejores resultados a lo encontrado por Lozano (2021) con un valor de conductividad = 209.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para del recurso hídrico de la laguna Choclococha, en el resultado de Gerónimo (2021), que encuentra una conductividad de (1304  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) uS/cm en el manantial Aladino VI Mañazo en Puno, que tiene valor superior a nuestra investigación.

#### 4.2.2. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE LA SEGUNDA REPETICIÓN.

##### 4.2.2.1. Análisis del parámetro color

El color del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, ha sido evaluado en la unidad Color Verdadero de Escala (Pt/Co) (ver Figura 3), como se observa muestra valores de 0, es decir es Incoloro en los puntos M1-Kacca Punku, M2-Kacca Punku, muy por debajo del estándar de 15 NTU, permitido según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, por lo cual respecto a este parámetro, agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, cumple con el estándar nacional.

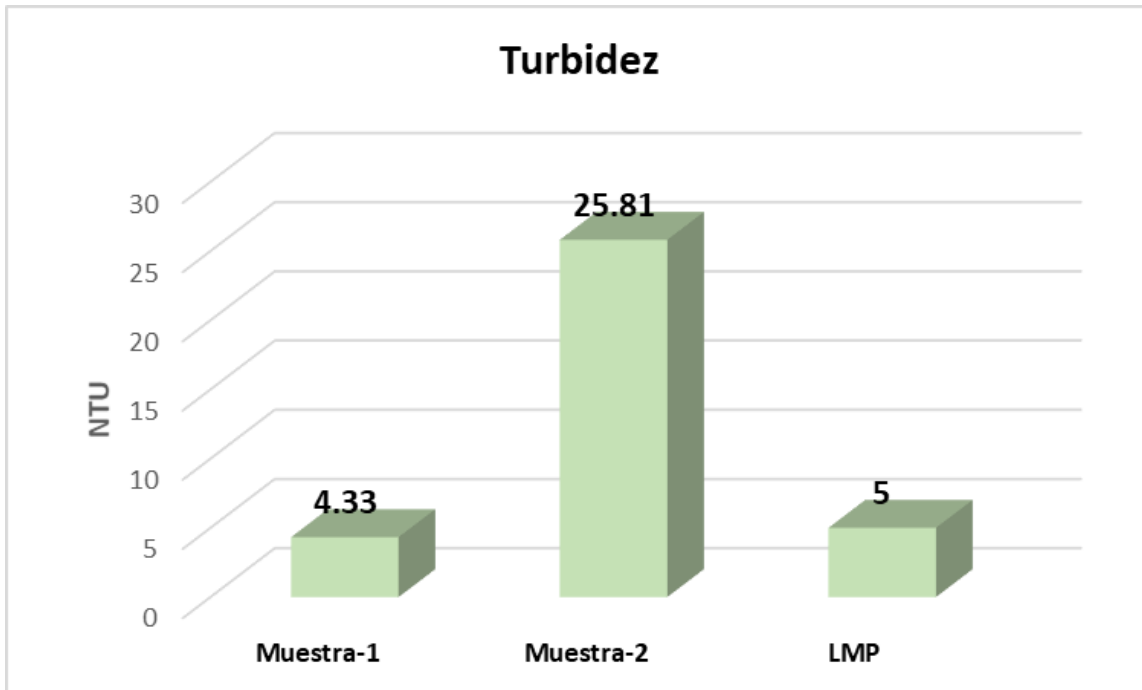


**Figura 06:** Resultados de la segunda repetición del color del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

En nuestro resultados se observa muestra valores de 0, es decir es Incoloro, mientras Felizzola (2016) sus valores del resultado del color se encuentran en el rango de 14-20 unidadesplatinio cobalto (UPC), manteniendo una muestra dentro del valor permitido por la resolución 2115 de 2007, que es de <15 UPC y las demás muestras por encima del valor máximo permisible, nuestra investigación y de Felizzola (2016) tienen distintos resultados a los nuestros.

#### 4.2.3.2. Análisis del parámetro turbiedad.

La turbiedad expresada en NTU (Unidades de Nefelometrías de Turbiedad) del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, (ver Figura 4), muestra valores unitarios de los puntos M1-Kacca Punku (4.33 NTU), M2-Kacca Punku (25.81 NTU) , está muy por encima del estándar de 5 NTU, según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, por lo cual respecto a este parámetro, la muestra 1 está dentro del límites máximo permisibles y la muestra 2 no cumple con el estándar nacional.



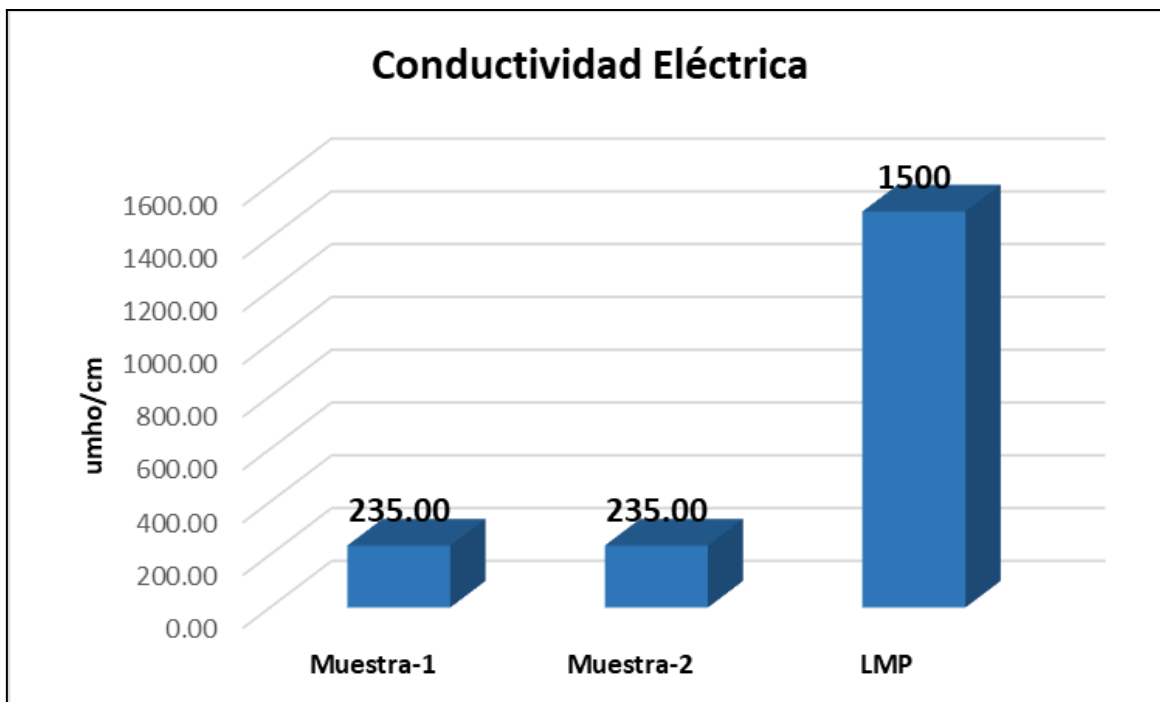
**Figura 07:** Resultados de la segunda repetición de turbiedad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

Se aprecia en nuestros resultados que la muestra 2 supera los límites máximos permisibles, mientras en Felizzola (2016) en sus valores de la turbiedad del agua van desde el rango 0.81-1.76 unidades nefelométricas de turbiedad, lo cual en algunos puntos es bajo y en otros de cerca al valor máximo, con respecto a la normatividad se evidencia que esta se encuentra por debajo del valor estipulado de la resolución 2115 del 2007.

#### 4.2.2.3. Análisis del parámetro conductividad

Los resultados de la conductividad encontrada del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, (ver Figura 7), nos muestran valores de 235.00 uS/cm para punto M1-Kacca Punku y 235.00 uS/cm en el punto M2-Kacca Punku, estos valores están muy debajo del máximo del estándar establecido según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, por lo cual respecto a este parámetro, el agua de nuestros manantes del cerro kacca Punku,

bajo estudio, si cumple con el estándar nacional. Esto está a un nivel de conductividad suficiente.



**Figura 08:** Resultados de la segunda repetición de conductividad del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.

La conductividad obtenida respecto a estudios que tienen valores superiores al nuestro, resultados a lo encontrado por Quispe (2016), se observa que el valor mínimo obtenido fue de 614,50  $\mu\text{S/cm}$  que corresponde al agua del río durante la época húmeda; mientras que el valor más alto registrado es de 959,50  $\mu\text{S/cm}$  y 929,50  $\mu\text{S/cm}$  que corresponde a las aguas del manantial y del tanque de almacenamiento respectivamente, pero igual está dentro de lo permitido, en Trujillo (2016) con valores de Conductividad registrados en las cinco estaciones de monitoreo de la Laguna de Conache del Distrito de Laredo -Departamento de La Libertad, dentro de los límites permisibles en todas las estaciones.

### **4.3. RESULTADOS DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS: PH, CLORUROS, SULFATOS, DUREZA TOTAL, NITRATOS, DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU CON FINES DE CONSUMO HUMANO, EN EL BARRIO RICARDO PALMA DEL DISTRITO DE PUNO - 2022.**

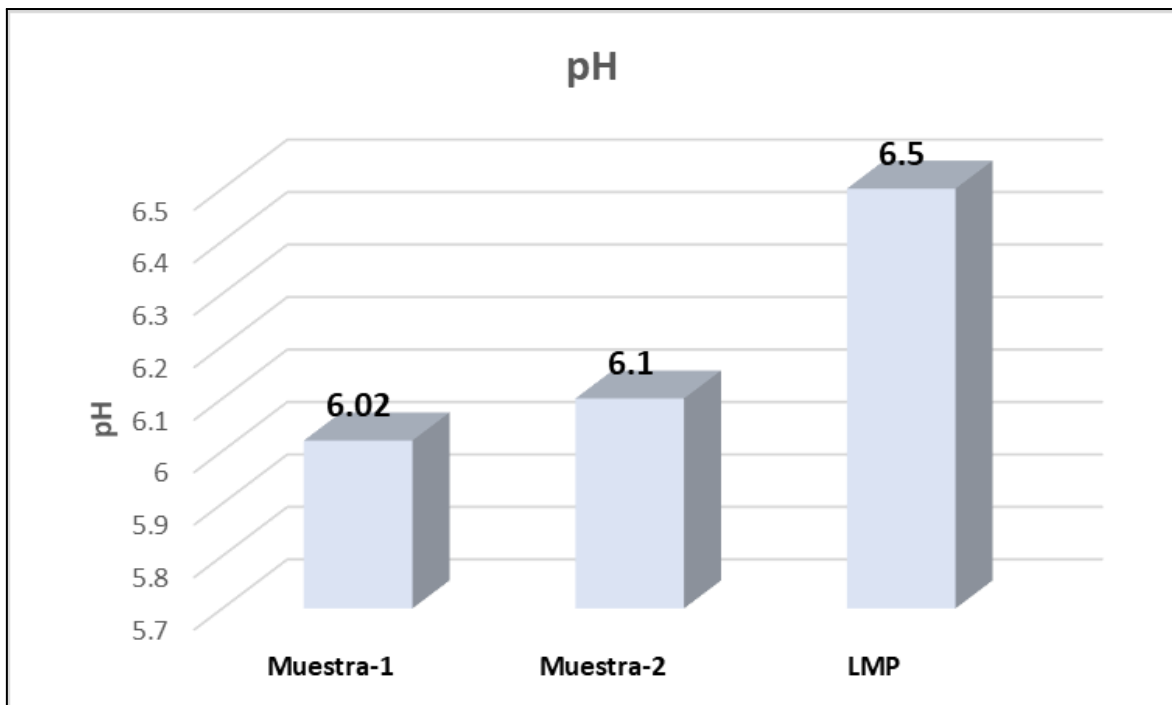
Los resultados reportados en los 2 puntos de toma de muestras in situ y el análisis de laboratorio para cada parámetro evaluado se detallan a continuación:

#### **4.3.1. DETERMINAR LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LA PRIMERA REPETICIÓN**

##### **4.3.1.1. Análisis del parámetro pH.**

El nivel de pH del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, evaluado con el Potenciometro (ver Figura 6), nos indica que en la captación de agua, M1-Kacca Punku, el nivel de pH fue de 6.02 y punto M2-Kacca Punku, tuvo un nivel de 6.1 de pH, este valor que se ubica por debajo del intervalo (6.5-8.5), según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, por lo cual respecto a pH, agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, no se encuentra en el intervalo solicitado, pero está demasiado cercano al intervalo permisible.





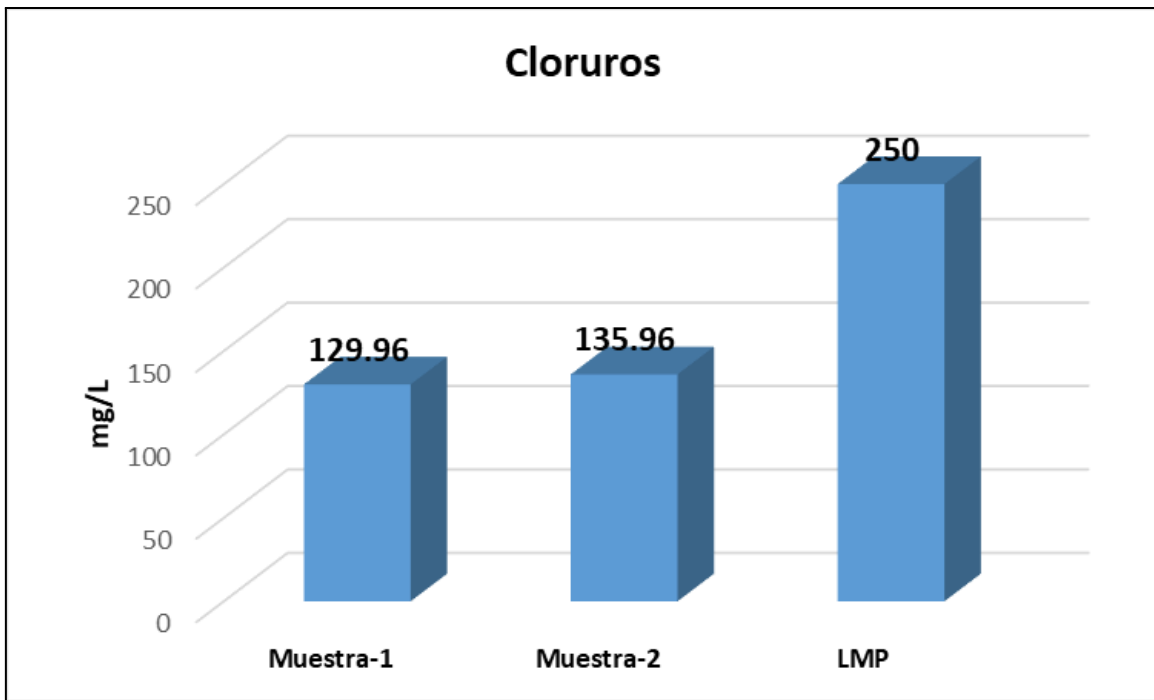
**Figura 09:** Resultados de la primera repetición de pH del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

El indicador de pH es uno de los parámetros más estudiados y casi siempre incluidos en las investigaciones de resultados. Los estudios de Quispe (2016) quienes hallaron un pH de las muestras tanto en época húmeda como seca presentan valores dentro del rango de 7,5 y 8,3, por su parte Felizzola (2016) muestran que estos valores se encuentran en el rango desde 7.62 hasta 7.88, lo que determina que el Ph es ligeramente alcalino, propicio para que se adelanten procesos biológicos por parte de los organismos presentes en la microcuenca. Estas son las investigaciones Odicio y Soplin (2021) de lo que refiere al pH del arroyo Coyopolan variaron de 6.5 a 8.3 unidades, de esto podemos concluir que todos se encuentran dentro de un pH normal de 6.5 a 8.5. Por consiguiente, son valores óptimos para la mayor parte de los organismos acuáticos, ya que los valores altos y bajos de pH son tóxicos en forma directa o indirecta.

#### 4.3.1.2. Análisis del parámetro cloruros.

En los Cloruros encontrados del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano (ver figura 11) presentan valores bajos respecto al estándar máximo establecido según el reglamento de la calidad de agua para consumo

humano D.S. N° 031-2010-SA. Específicamente encontramos tan solo 129.96 mg/L en el punto M1-Kacca Punku, y 135.96 mg/L en el punto M2-Kacca Punku.

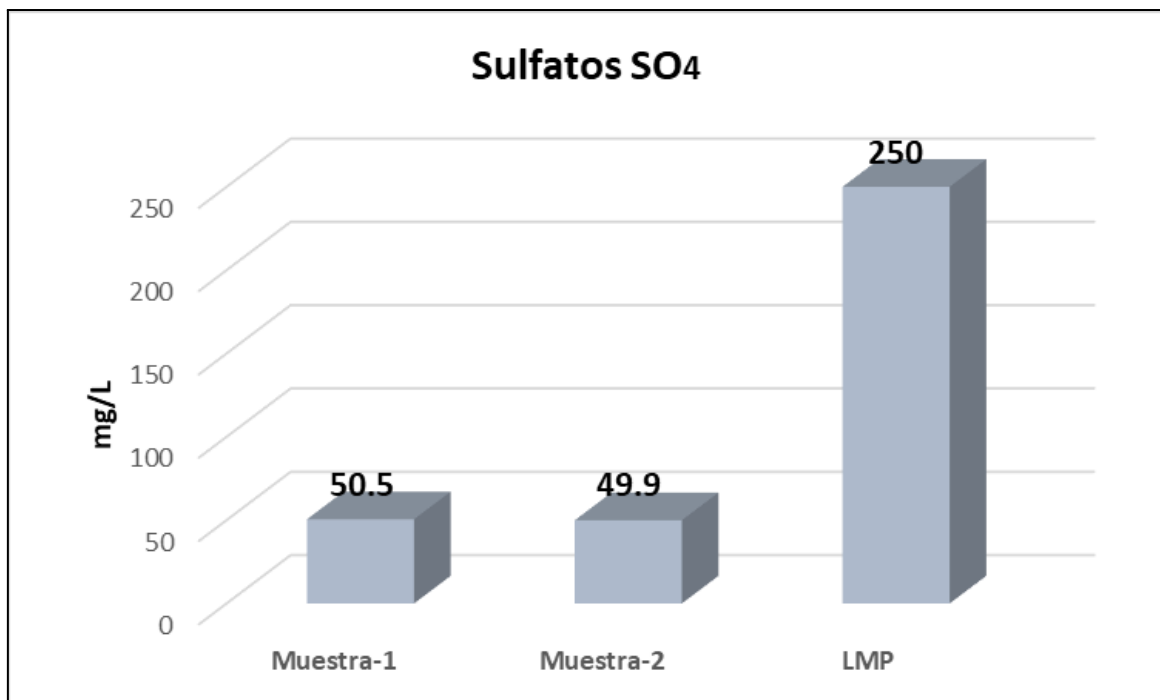


**Figura 10:** Resultados de la primera repetición del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.

En los resultados Odicio y Soplin (2021), que encontró un valor muy diferente al nuestro de tan solo 22, 23, 21 mg/L, de las aguas de la quebrada de Tushmo y la laguna de Yarinacocha, distrito de Yarinacocha, mostrado un valor prácticamente que determina que ese manantial está casi libre de cloruros.

#### 4.3.1.3. Análisis del parámetro sulfatos.

Los sulfatos expresado en mg/L encontrados para del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, (ver Figura 12), muestra valores en los puntos M1-Kacca Punku de 50.5, M2-Kacca Punku de 49.9, las dos muestra están por debajo del límite de 250 mg/L, mencionado por el el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA; por lo cual, el agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, cumple con el estándar nacional, adecuado para el consumo humano.

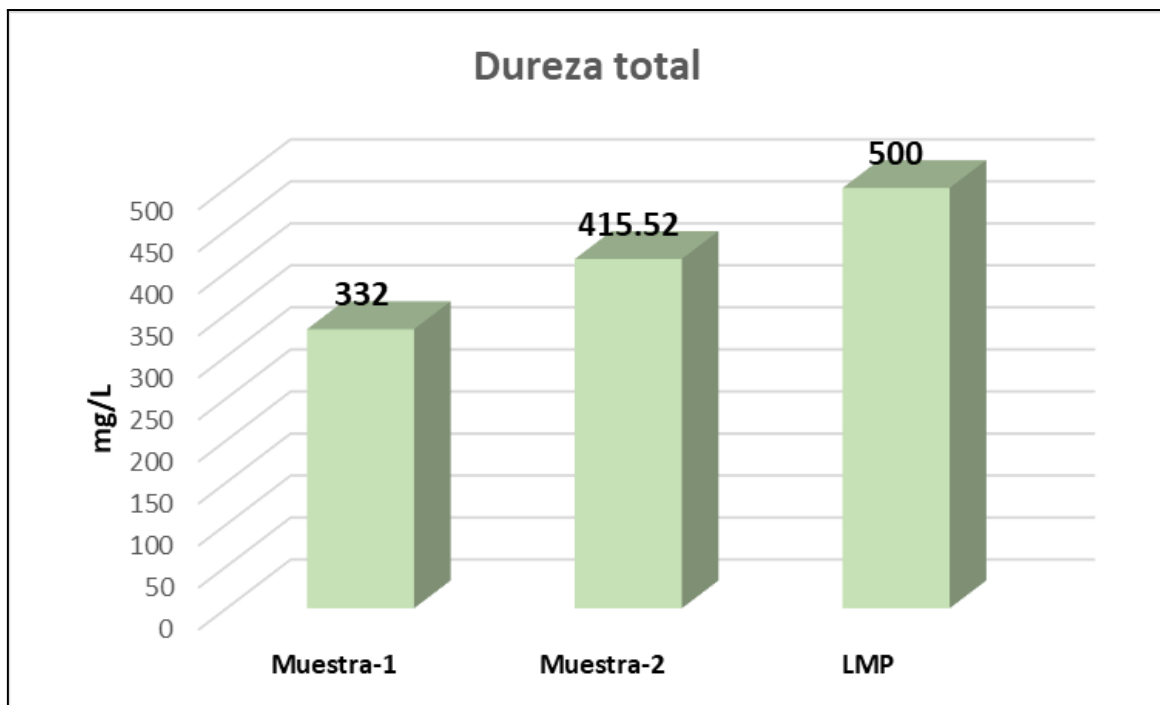


**Figura 11:** Resultados de la primera repetición de sulfatos del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.

Similar situación a los resultados están dentro de la media de valores encontrados en aguas de manantiales en el Perú; se puede citar a Choque (2021), que encontró un valor menor al nuestro, de sulfato de 16.10 mg/L en el Manantial Unkuñan, un valor que también está muy cerca a los nuestros por Sandoval (2021), que tiene 43.65 mg/l que se halla dentro de lo normal.

#### 4.3.1.4. Análisis del parámetro dureza total.

Respecto a la dureza total del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, muestra como resultado: (ver Figura 9) Para el punto M1-Kacca Punku un valor 332 mg/L, para el punto M2-Kacca Punku un valor de 415.52 mg/L, conforme lo observado según lo dispuesto el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, que se establece el estándar de no superar 500 mg/L, por lo cual nuestros valores al ser menores del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, cumple con este estándar de calidad para consumo humano.

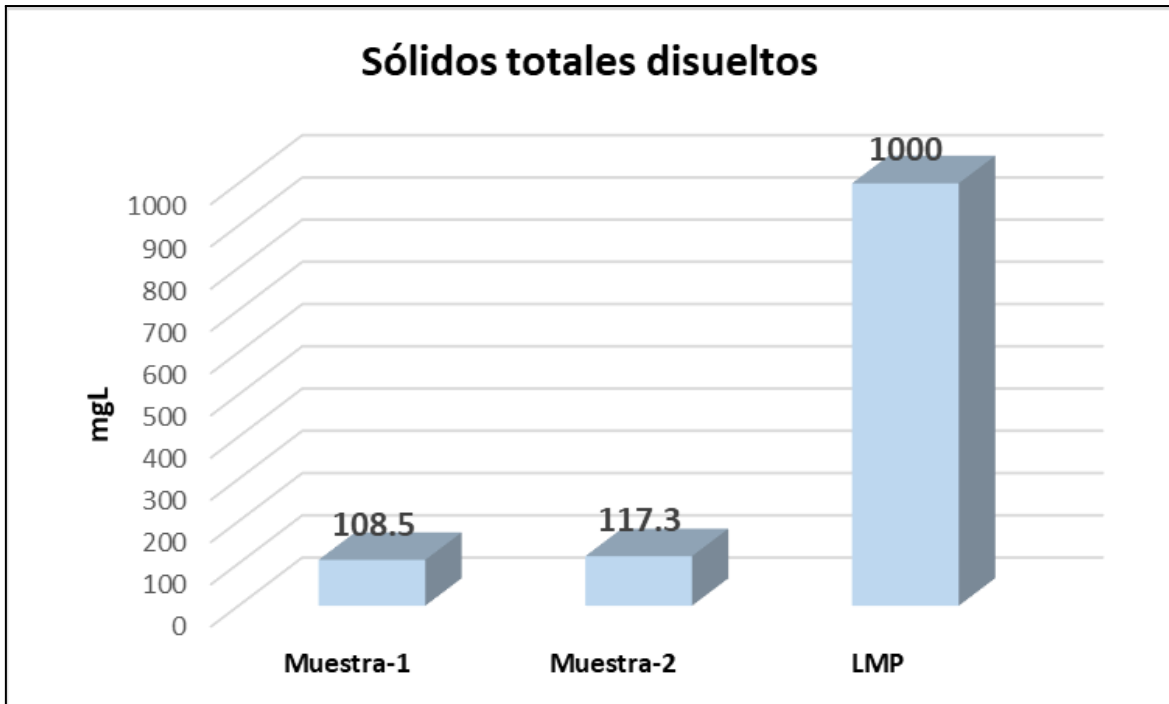


**Figura 12:** Resultados de la primera repetición del total de la Dureza Total del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.

En los resultados de nuestra investigación en lo referido a la dureza total guardan una diferencia con lo encontrado por Sandoval (2021) que halló un valor de la dureza total con 134.19 mg/l para los en pozos tubulares del Centro Poblado de Moro Paucarcolla, Puno; no obstante existe un estudio de en Puno de Choque (2021), que encontró un valor muy inferior al nuestro de Para el punto Funku 1 un valor 89.30 mg/L, para el punto Funku 2 un valor de 99.40; para el agua del manantial Unkuñani.

#### 4.2.1.5. Análisis del parámetro sólidos totales disueltos

En los resultados del parámetro de sólidos totales disueltos, en nuestra investigación sobre del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano (ver Figura 8), encontramos para el punto M1-Kacca Punku un valor 108.5 mg/L, para el punto M2-Kacca Punku un valor de 117.3; comparativamente podemos ver que el estándar pide no superar el valor de 1 000 mg/L, por lo cual cumplimos con este parámetro, según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.



**Figura 13:** Resultados de la primera repetición de sólidos totales disueltos del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.

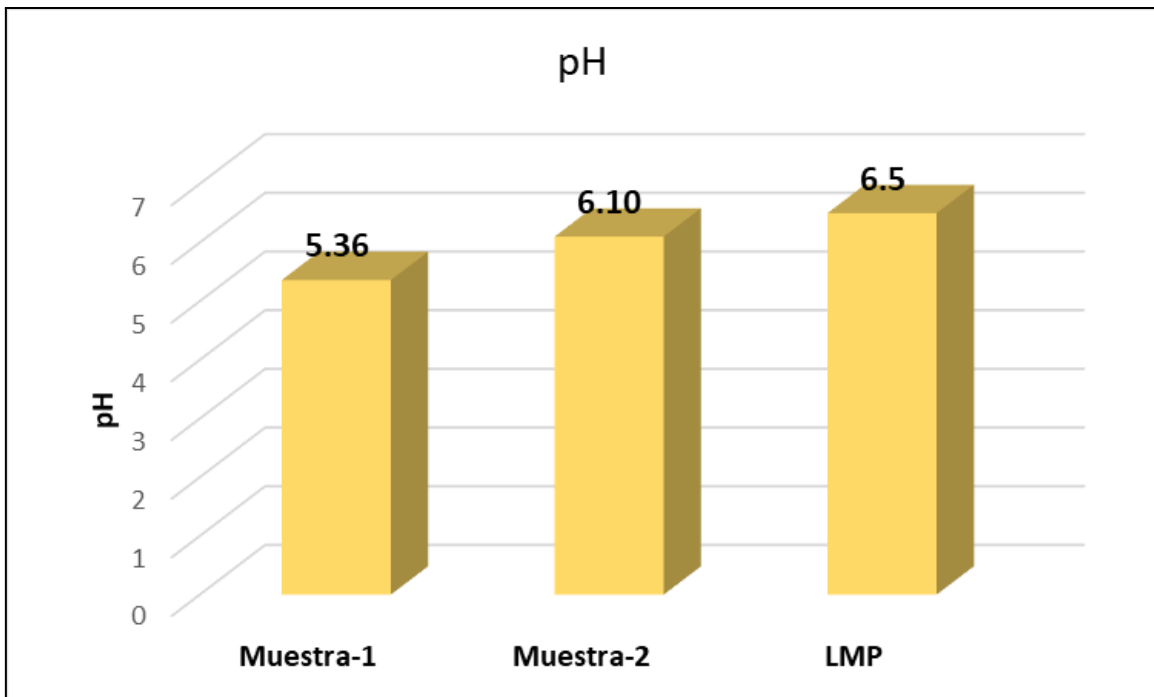
Se aprecia en nuestra investigación que las dos muestras están dentro de los límites máximo permisibles, respecto al total de sólidos disueltos encontramos resultados dispersos en varios estudios sobre la calidad de agua de pozos; pero todos dentro del parámetro máximo permitido. que presentan un total de sólidos disueltos muy superior al nuestro, son los encontrados por Sandoval (2021) los sólidos disueltos totales de 682.51 mg/l que se encuentra dentro de lo normal.

#### 4.3.2. DETERMINAR LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LA SEGUNDA REPETICIÓN

##### 4.3.2.1. Análisis del parámetro pH.

El nivel de pH del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, evaluado con el Potenciómetro (ver Figura 14), nos indica que en la captación de agua, M1-Kacca Punku, el nivel de pH fue de 5.36 y punto M2-Kacca Punku, tuvo un nivel de 6.10 de pH, este valor que se ubica por debajo del intervalo (6.5-8.5), según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA,

por lo cual respecto a pH, agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, no se encuentra en el intervalo solicitado.

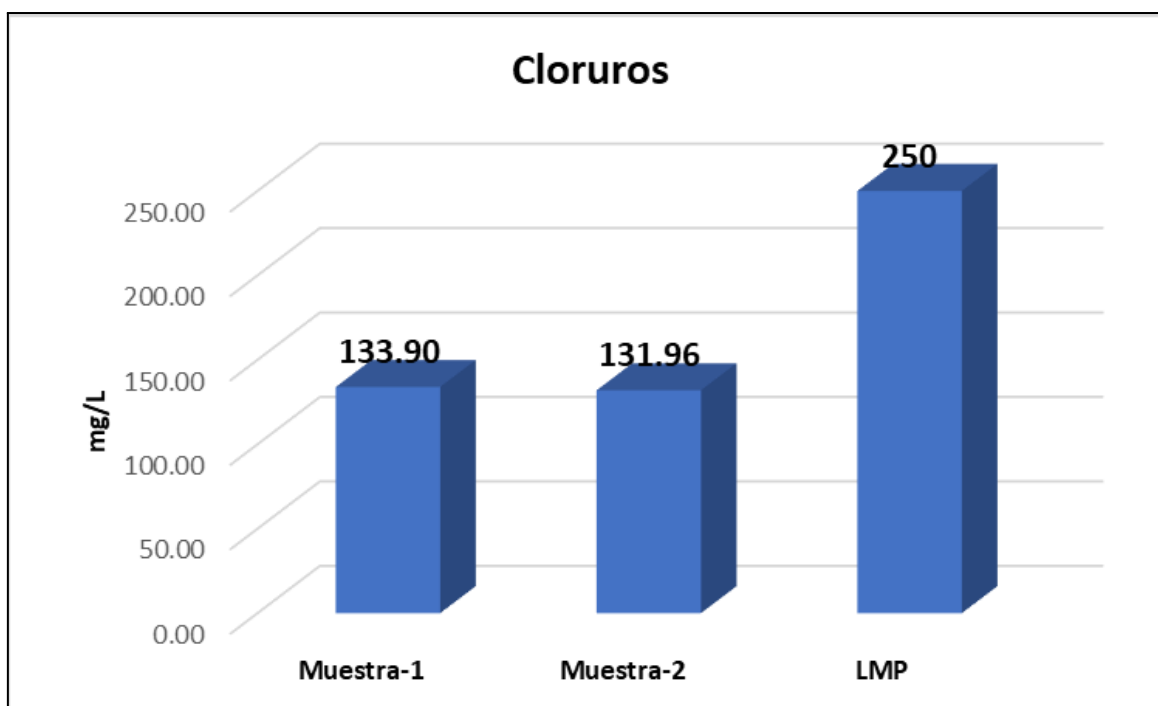


**Figura 14:** Resultados de la segunda repetición de pH del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

En la investigación con la de Choque (2021), tiene como resultado en el ph una medida de 7.185 en la captación de agua, punto Funku 1, el nivel de pH fue de 7.42 punto Funku 2, en el agua del manantial Unkuñani se encuentra en el intervalo solicitado, en nuestra investigación las dos muestras están por debajo del intervalo permitido, sobre todo la muestra 1 está muy alejado, un agua con un pH bajo 6.5 podría ser ácida, estas dos investigaciones son diferentes a nuestros resultados.

#### 4.3.2.2. Análisis del parámetro cloruros

En los Cloruros encontrados del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano (ver figura 11) presentan valores bajos respecto al estándar máximo establecido según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA. Específicamente encontramos tan solo 133.90 mg/L en el punto M1-Kacca Punku, y 131.96 mg/L en el punto M2-Kacca Punku.



**Figura 15:** Resultados de la segunda repetición de cloruros el agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

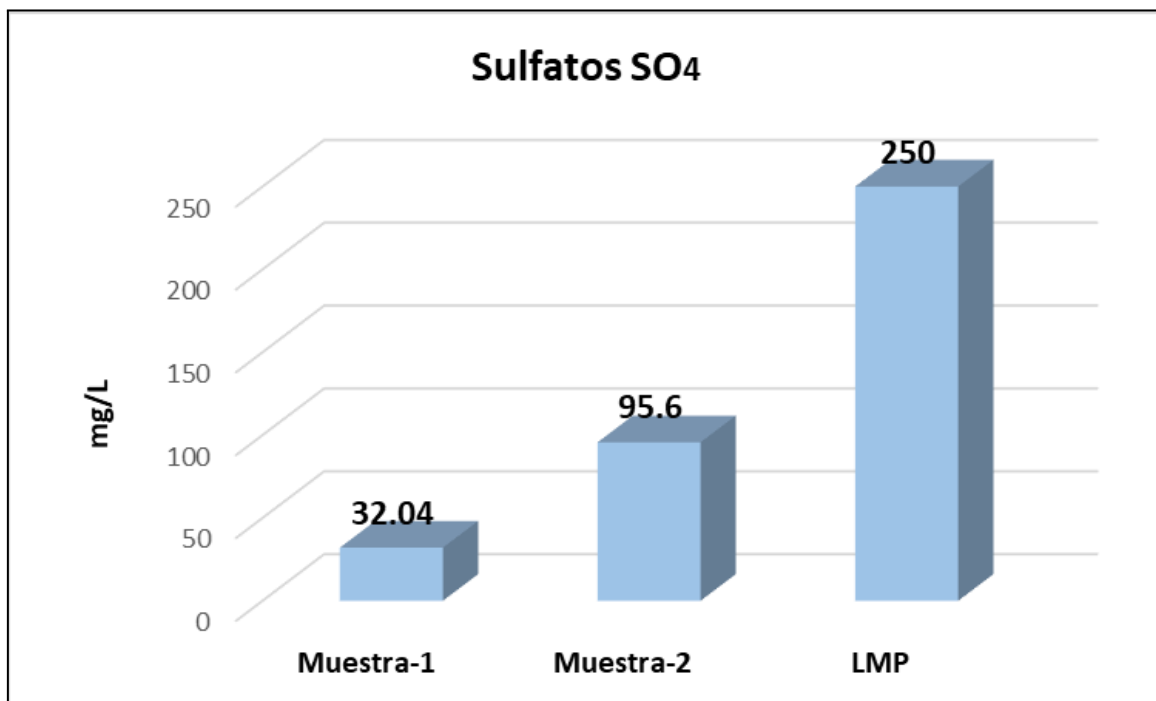
Los resultados de nuestro estudio se relacionan con los resultados de cloruro en las fuentes de agua a nivel nacional; En general, toda agua de manantial tiene un bajo contenido de este componente, por ejemplo, se puede encontrar en Sandoval (2021) que encontró un valor casi superior al nuestro de los cloruros con promedio de 289.35 mg/l dentro de lo normal; y también podemos citar la investigación de Choque (2021) que en el manantial Unkuñani halló cloruros como promedio entre ambos puntos el valor es de apenas 23.50; valores muy bajos respecto al 250 de máximo permitido por Ministerio del Ambiente y D.S. N° 031-2010-SA, un valor prácticamente que determina que ese manantial está libre de cloruros.

#### 4.3.2.3. Análisis del parámetro sulfatos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

Los sulfatos expresado en mg/L encontrados para del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, (ver Figura 12), muestra valores en los puntos M1-Kacca Punku de 32.04, M2-Kacca Punku de 95.6, las dos muestra están por debajo del límite de 250 mg/L, mencionado por el reglamento de la calidad de agua



para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA; por lo cual, el agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, cumple con el estándar nacional, adecuado para el consumo humano.



**Figura 16:** Resultados de la segunda repetición de sulfatos del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.

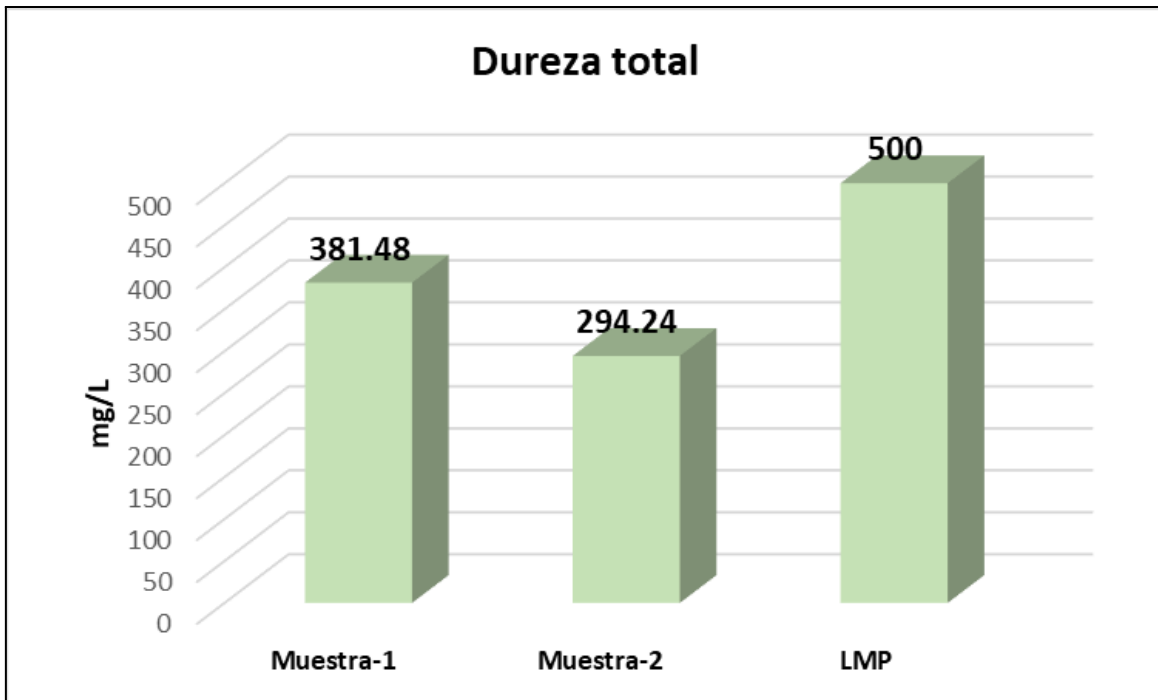
En sus resultados de Felizzola (2016), tiene los valores inferiores al nuestro, teniendo como resultado de la prueba de sulfatos se encuentran en el rango 7-9, presentando una concentración estable, con respecto al valor permisible, este se encuentra por debajo siendo el valor máximo 250 mg/l, también se tiene valores inferiores al nuestros resultados por Lozano (2021) teniendo como en sulfato (1.63 a 16.15 mg/L).

#### 4.3.2.4. Análisis del parámetro dureza total.

Respecto a la dureza total del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, muestra como resultado: (ver Figura 9) Para el punto M1-Kacca Punku un valor 381.48 mg/L, para el punto M2-Kacca Punku un valor de 294.24; conforme lo observado según lo dispuesto el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, que se establece el estándar de no superar 500 mg/L, por lo cual nuestros valores al ser menores del agua proveniente de los



manantes del cerro kacca Punku, cumple con este estándar de calidad para consumo humano.



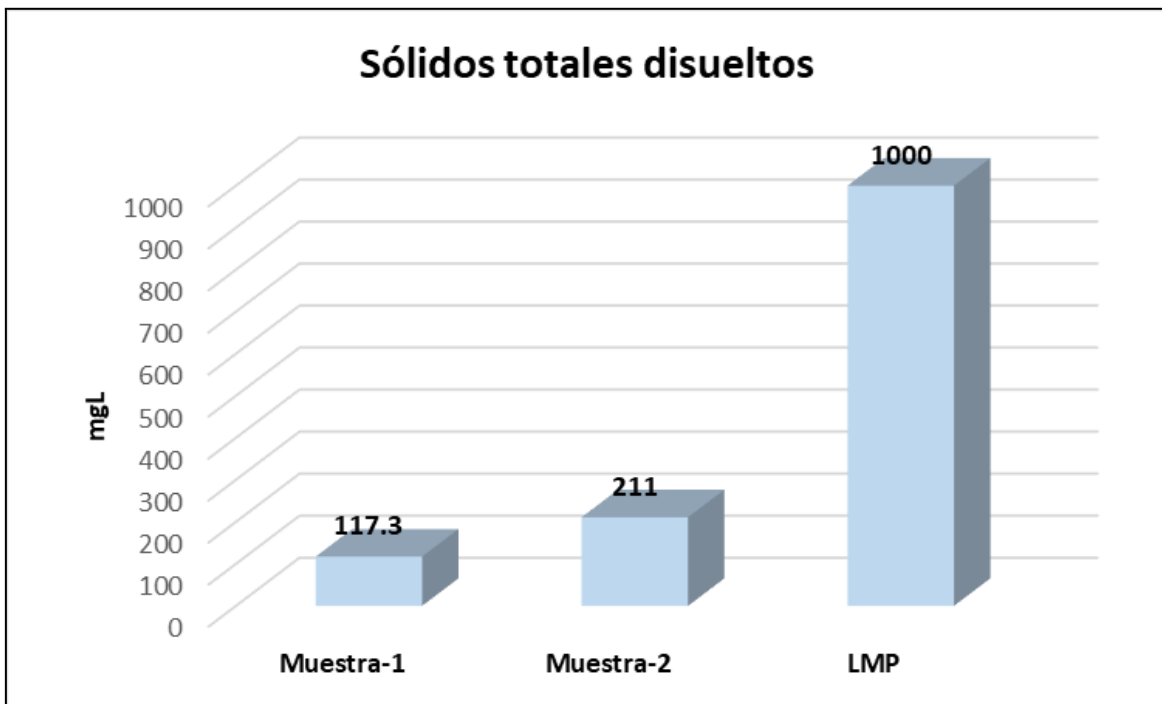
**Figura 17:** Resultados de la segunda repetición del total de la Dureza Total del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku.

En los resultados de nuestro estudio en lo referido a la dureza total guardan gran diferencia con lo encontrado por Quispe (2016), encontró importancia en este estudio, el endurecimiento en tres puntos de comparación de 29.28 mg/L a 9.71 mg/L, con líneas altas correspondientes a agua de manantial en época seca y lluviosa. Esto puede deberse al exceso de cal y otras sales en el agua subterránea que disuelve los compuestos de calcio y magnesio. A su vez, el valor más bajo corresponde al agua del río en época de lluvias.

#### 4.2.2.5. Análisis del parámetro sólidos totales disueltos

En los resultados del parámetro de sólidos totales disueltos, en nuestra investigación sobre del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano (ver Figura 8), encontramos para el punto M1-Kacca Punku un valor 117.3 mg/L, para el punto M2-Kacca Punku un valor de 211; comparativamente podemos ver que el estándar pide no superar el valor de 1 000 mg/L, por lo cual cumplimos con

este parámetro, según lo dispuesto el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.



**Figura 18:** Resultados de la segunda repetición de sólidos totales disueltos del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku.

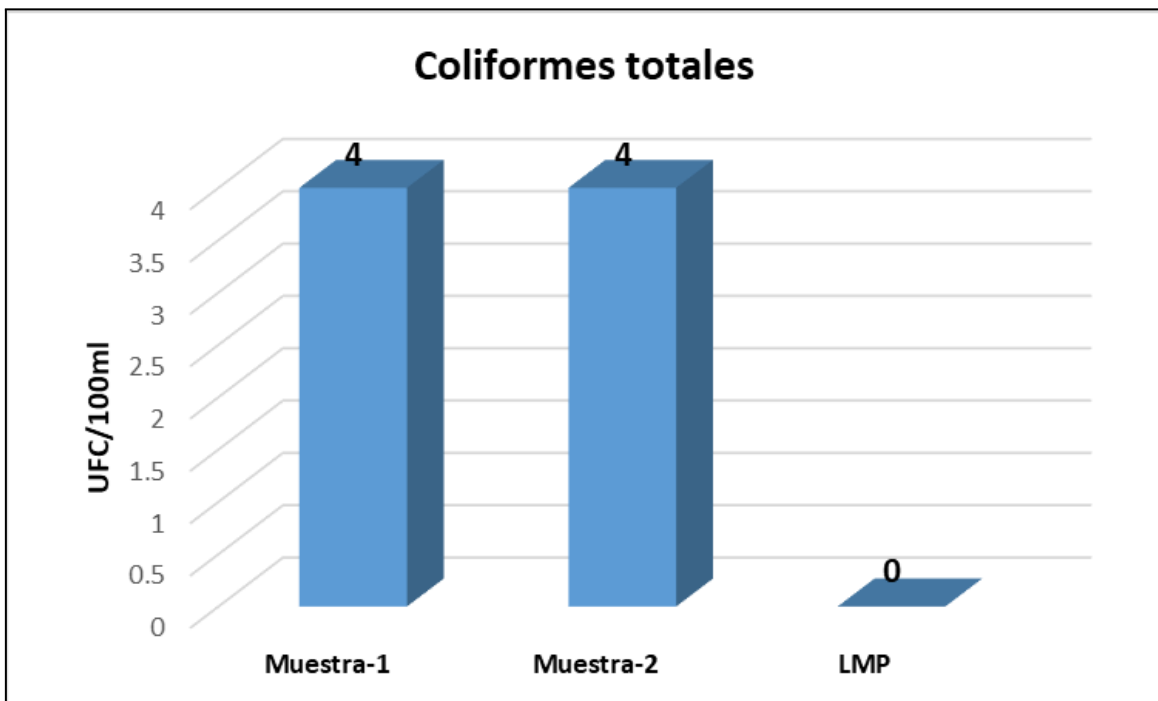
En cuanto a nuestros resultados, dos muestras se encuentran dentro de los límites máximos permitidos, observamos resultados dispersos en varios sondeos primaverales; pero todo dentro del parámetro máximo permitido. Manantiales que presentan un total de sólidos disueltos muy superior al nuestro, son los encontrados por Gerónimo (2021), con sólidos totales disueltos (492 mg/L), incluso en el estudio de Choque (2021), en su investigación "Determinación de valores físicos y químicos en el manantial Unkuñani, tuvo un total de sólidos disueltos 231.25 mg/l, al igual que nuestra investigación está dentro de lo permitido.

#### 4.4. EVALUAR LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS: COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES, DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU, CON FINES DE CONSUMO HUMANO, DEL BARRIO RICARDO PALMA DEL DISTRITO DE PUNO-2022.

##### 4.4.1. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS DE LA PRIMERA REPETICIÓN.

###### 4.4.1.1. Análisis del parámetro coliformes totales 1ra repetición

En las muestras tomadas todas resultaron con presencia de coliformes totales por tanto no cumplen con la normativa vigente que establece 0 UFC/100ml.



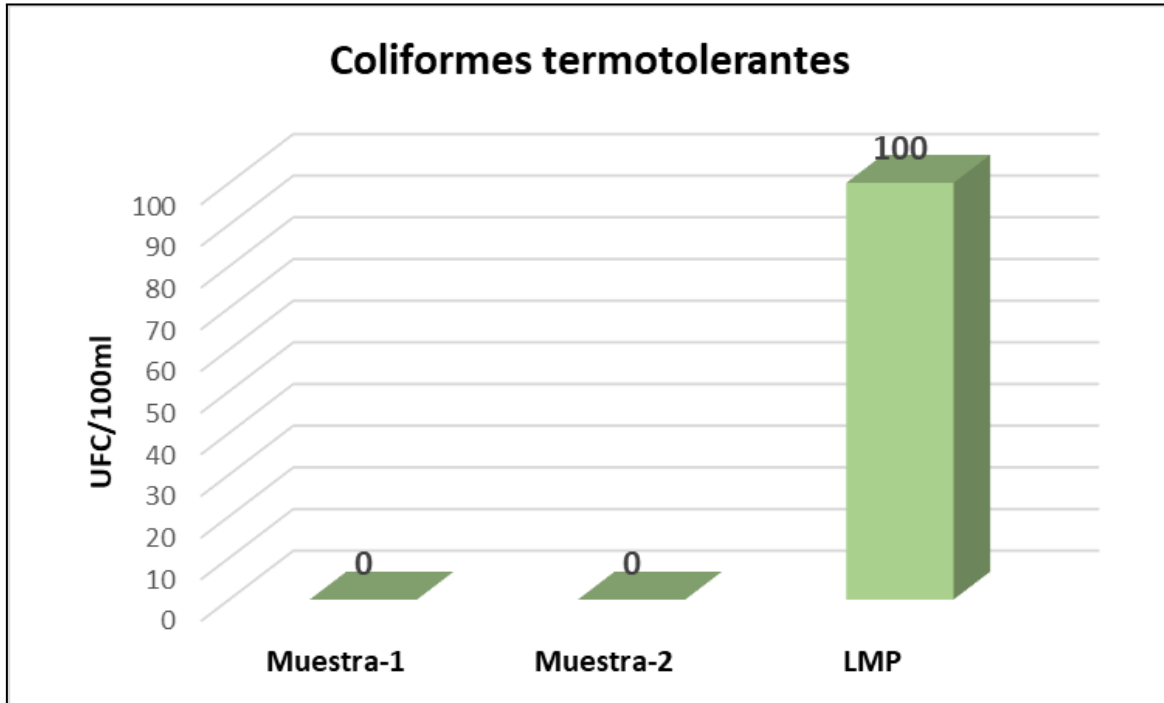
**Figura 19:** Resultados de la primera repetición de coliformes totales comparados con el LMP establecido en el D.S N° 031-2010-SA.

Los coliformes totales obtenida respecto a estudios que tienen valores superiores al nuestro, resultados a lo encontrado por Quispe (2016), para coliformes totales un promedio de 109.60 UFC/100 ml superando el límite permisible (100 UFC/100 ml).

###### 4.4.1.2. Análisis del parámetro coliformes termotolerantes 1ra repetición

En el caso del parámetro de Coliformes Termotolerantes se tiene en promedio de acuerdo a los valores obtenidos que es igual a <math><1</math> (NMP/100ml), por lo que comparado con el

valor del LMP que es 1000 (NMP/100ml), obviamente se concluye que si se cumple con éste parámetro, la distancia de 1 a 1000 es muy grande, lo cual se puede observar en el siguiente gráfico de control.



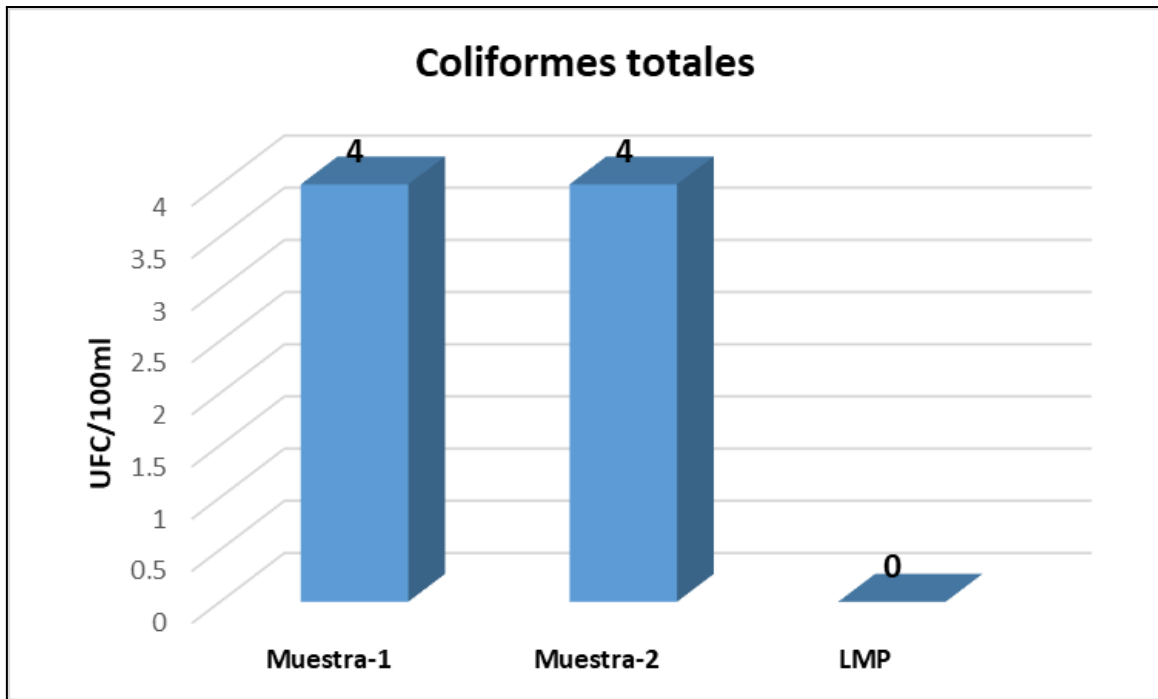
**Figura 20:** Resultados de la primera repetición de coliformes termotolerantes.

Según Lozano (2021) en su investigación los coliformes en heces fueron superiores a ECA, posiblemente como resultado de las prácticas de acuicultura (criar salmón en jaulas flotantes) desarrolladas en las aguas de la laguna de Choclococha, con nuestra investigación los resultados son distintos.

#### 4.4.2. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS DE LA SEGUNDA REPETICIÓN.

##### 4.4.2.1. ANÁLISIS DEL PARÁMETRO COLIFORMES TOTALES 2DA REPETICIÓN.

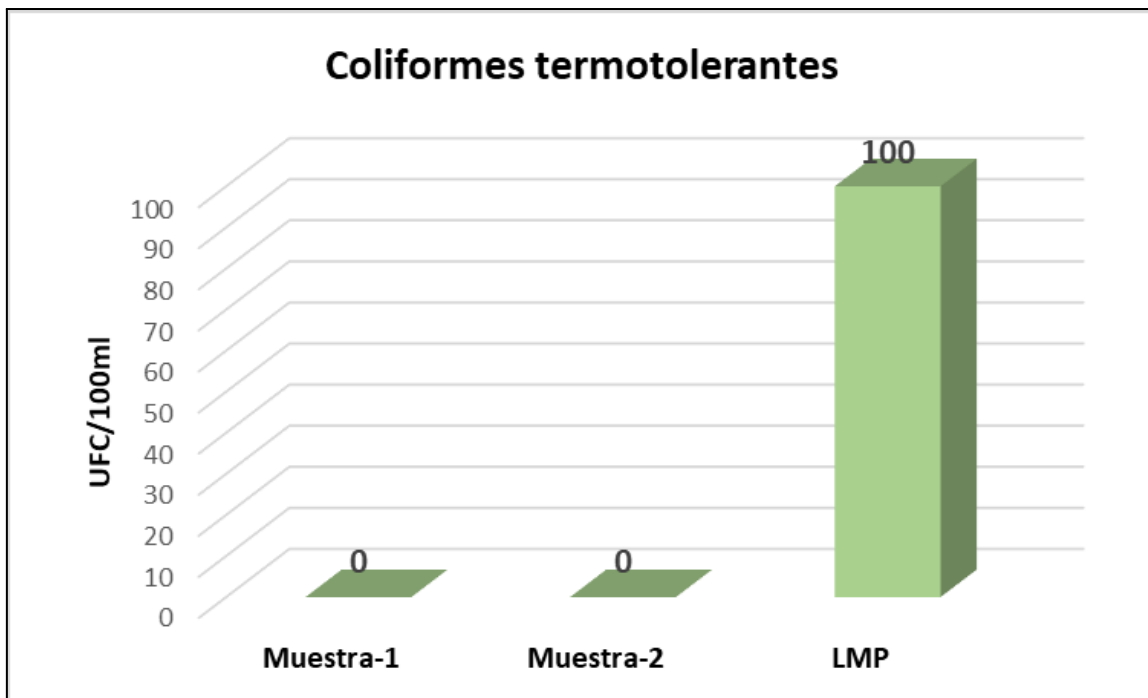
En el caso del parámetro de Coliformes Termotolerantes se tiene en promedio de acuerdo a los valores obtenidos que es igual a  $<1$  (UFC/100ml), por lo que comparado con el valor del LMP que es 1000 (UFC/100ml), nuestros resultados en la segunda repetición si cumple con éste parámetro, la distancia de 1 a 1000 es muy grande, lo cual se puede observar en el siguiente figura 21.



**Figura 21:** Resultados de la segunda repetición de coliformes totales .

#### 4.4.2.2. Análisis del parámetro coliformes termotolerantes 2da repetición.

En el caso del parámetro de Coliformes Termotolerantes se tiene en promedio de acuerdo a los valores obtenidos que es igual a  $<1$  (UFC/100ml), por lo que comparado con el valor del ECA que es 1000 (UFC/100ml), nuestros resultados en nuestra segunda repetición que si se cumple con éste parámetro, la distancia de 1 a 1000 es muy grande, lo cual se puede observar en el siguiente figura 22.



**Figura 22:** Resultados de la segunda repetición de coliformes termotolerantes

En su estudio Mamani (2021), en sus resultados obtuvo en el análisis de los parámetros bacteriológicos como: coliformes termotolerantes después de la obtención de los cuatro puntos muestrales siendo éstos valores 26.25 49 (NMP/100ml), en coliformes termotolerantes; los cuales posteriormente fueron comparados con el ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM) en la categoría 3, observando que están por muy debajo de los valores y que se puede concluir que cumplen con el estándar mencionado, en nuestra investigación también estamos dentro de los límites máximo permisibles según el D.S. N° 031-2010-SA.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Como resultado de la evaluación de la calidad del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno, se han analizado los parámetros de calidad: físicos, químicos y bacteriológicos, resultados obtenidos que fueron comparados según decreto supremo (N° 031-2010-SA), vigente y debemos concluir que los parámetros analizados cumplen en su mayoría, con reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

**SEGUNDA:** Al analizar los parámetros químicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma, se encontraron los siguientes valores para los parámetros físicos: color (0) pt/co, turbiedad una media de la primera repetición 30.29 NTU y segunda repetición 6.585 NTU, conductividad 225.5 ( $\mu\text{S} / \text{cm}$ ) de la primera repetición y 339.5 ( $\mu\text{S} / \text{cm}$ ) y la segunda repetición, resultados que según la normativa vigente del reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N.° 031-2010-SA, están dentro de los valores establecidos, pero el parámetro turbiedad es necesario un tratamiento convencional de potabilización del agua como la clorificación el agua.

**TERCERA:** Al analizar los parámetros químicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma, se encontraron los siguientes valores para los parámetros; teniendo una media en pH una medida de 6.02 en la primera repetición y 5.73 segunda repetición, dureza total  $\text{CaCO}_3$  una medida de 373.76 mg/l primera repetición y 337.86 mg/l segunda repetición, total de sólidos disueltos 112.9 mg/l primera repetición y 216.5 mg/l segunda repetición, cloruros 132.96 mg/l primera repetición y 132.93 mg/l segunda repetición, sulfatos  $\text{SO}_4$  50.2 mg/l primera repetición y

63.82mg/l segunda repetición, comparado con los establecidos por la normativa vigente del reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, los valores de los parámetros analizados en su mayoría están dentro de lo establecido, solo el parámetro pH no dentro de los límites máximo permisibles.

**CUARTA:** Para el análisis de los parámetros bacteriológicos como: los coliformes totales y coliformes termotolerantes después de la obtención de los cuatro puntos muestrales se han procedido a su análisis en el Laboratorio de Control Calidad, de la facultad de Química de la Universidad Nacional del Altiplano, teniendo como media 4 (UFC/100ml) de coliformes totales en la primera y segunda repetición en coliformes termotolerantes; menor a 1 (UFC/100 ml) en la primera y segunda repetición los cuales posteriormente fueron comparados según la normativa vigente del reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, observando que están por muy debajo de los valores y que se puede concluir que cumplen con el estándar mencionado.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Se recomienda a los profesionales relacionado con temas ambientales fomentar en nuestro ámbito local las investigaciones respecto a la calidad del agua, estudios como la evaluación de parámetros ya sean físicos, químicos y otros que se consideren, ya que estos análisis nos darán un punto de partida para saber el estado situacional del entorno que nos rodea.

**SEGUNDA:** El Ministerio del Ambiente en coordinación con el Ministerio de Salud, por una mejora en la normas de calidad de agua para el consumo humano, deberían actualizar los Límites Máximos Permisibles (LMP) de agua potable, con valores coherentes a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Categoría 4 y así mismo se recomienda el análisis de metales pesados como el arsénico.

**TERCERA:** Implementar un tratamiento de desinfección microbiológica más eficiente para los coliformes totales, un tratamiento químico para los sulfatos y aplicar procesos a través de membranas semi-impermeables que reduzcan impurezas de STD, lo que permitirá reducir el nivel de conductividad, permitiendo así alcanzar los Límites Superiores y una buena calidad de agua potable para los puneños a través de la EMSA Puno.

**CUARTA:** Implementar un sistema de vigilancia meteorológico en base a los tiempos que atraviesa la región de Puno, para llevar planes de acción y prevención de la gestión del recurso hídrico, mediante la empresa EMSA Puno y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) estación Puno.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, O., & Navarro, B. (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017 [Tesis de pre grado, Universidad Tecnológica de los Andes]. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/130>
- Álvarez, C. A., & Chávez, F. J. (2021). Evaluación de la calidad físico química del agua para uso de consumo humano en el sistema de abastecimiento de agua del centro poblado Potrerillo, distrito de Jepelacio, ciudad de Moyobamba, 2018 [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de San Martín Tarapoto]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4156>
- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, (2016). <http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-010-2016-ana-0>
- Ley de los Recursos Hídricos N° 29338, (2019). <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/ley-no-29338-ley-de-recursos-hidricos>
- Arias, J. cesar. (2021). Análisis de eficiencia del tratamiento físico-químicos de las aguas residuales de la planta de tratamiento norte del Distrito de Chucuito, Provincia de Puno – 2020. [Tesis de pre grado, Universidad Privada San Carlos]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4755>
- Asturias. (2016). Aguas de Consumo Humano. [https://tematico8.asturias.es/repositorio/sanidad-ambiental/articulos/articulo\\_1421250221961.html](https://tematico8.asturias.es/repositorio/sanidad-ambiental/articulos/articulo_1421250221961.html)
- Brousett-Minaya, M., Chambi Rodríguez, A., Mollocondo Turpo, M., Aguilar Atamari, L., & Lujano Laura, E. (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno—Perú. Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia, 15(15), 47-68.
- Choque, P. G. (2021). Determinación de valores físicos y químicos en el manantial Unkuñani, según la normativa vigente en el barrio Alto Huascar Puno 2020 [Tesis de pre grado, Universidad Privada San Carlos].

<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4591>

ENVIRA. (2018). Parámetros de calidad del agua: Características físicas, químicas y normativas que lo regulan.

<https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/parametros-de-calidad-del-agua-caracteristicas-fisicas-quimicas-y-normativas-que-lo-regulan>

Felizzola, J. (2016). DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA BAJO PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS PARA CONSUMO HUMANO DE LA QUEBRADA LA BRAVA DEL CORREGIMIENTO DE PUEBLO NUEVO, MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER. [Tesis de pre grado].  
<http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/1485>

Gerónimo, W. (2021). Determinación de calidad fisicoquímica del agua en el manantial Aladino VI Mañazo – Puno 2020 [Tesis de pre grado, Universidad Privada San Carlos]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4643>

Laura, redacción. (2019, octubre 28). ¿Qué son las aguas residuales? [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales>

Lozano, R. R. (2021). “EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL RECURSO HÍDRICO DE LA LAGUNA DE CHOCLOCOCHA - HUANCVELICA” [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Huancavelica].  
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4169>

Mamani, D. (2021). Evaluación de parámetros físicos químicos y bacteriológicos del agua de la Laguna Cumuni Centro Poblado Rinconada – 2019. [Tesis de pre grado, Universidad Privada San Carlos]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4830>

Plan Nacional de Acción Ambiental, (2011).  
<http://repositoriodigital.minam.gob.pe/xmlui/handle/123456789/238>

Decreto Supremo N° 004, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, (2017).  
<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Decreto Supremo N° 031-SA, Calidad del Agua para Consumo Humano, (2010).  
<https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>

- Odicio, F., & Soplin, A. M. (2021). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos en tres puntos de confluencia de las aguas de la quebrada de Tushmo y la laguna de Yarinacocha, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali 2020 [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4836>
- Oleas, B. F. (2016). Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano en la parroquia Rural de Cubijés del Cantón Riobamba. [Tesis de pre grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5709>
- Payeras, A. (2012). Parámetros de Calidad de las Aguas. <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>
- Pradillo, B. (2016, septiembre 12). Parámetros de control del agua potable [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
- Quispe, J. G. (2016). Evaluación de la calidad físico química y bacteriológica del agua de riego de la Estación Experimental de Cota Cota [Tesis de pre grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/6781>
- Samboni, N. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-56092007000300019](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019)
- Sandoval, E. R. (2021). Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del Centro Poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019 [Tesis de pre grado, Universidad Privada San Carlos]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4628>
- Trujillo, F. D. R. (2016). Evaluación físico química y bacteriológica en la laguna de Conache, distrito de Laredo departamento de la Libertad, 2013. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4374>

## ANEXOS

**Anexo 01:** Matriz de consistencia.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PROVENIENTE DE LOS MANANTES DEL CERRO KACCA PUNKU, DEL BARRIO RICARDO PALMA, DISTRITO DE PUNO- 2022.

| PROBLEMAS   | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS  | VARIABLES   | INDICADORES   | INSTRUMENTOS  | TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS.  |
|---|--|--|---|---|---|---|
| <p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿El agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku, del Barrio Ricardo Palma, distrito de Puno será de calidad para consumo humano, según decreto supremo (N° 031-2010-SA)?</p> | <p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar calidad del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, según decreto supremo (N° 031-2010-SA)</p>  | <p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>La calidad del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, no son aptas para el consumo humano, según decreto supremo (N° 031-2010-SA)</p>                            | <p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos proveniente del cerro Kacca Punku.</p> | <p>Analisis físicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura</li> <li>-Turbidez</li> <li>-Conductividad eléctrica</li> <li>-Sólidos totales disueltos</li> </ul> <p>Análisis químicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-pH</li> <li>-Cloruros</li> <li>-Sulfatos</li> <li>-Dureza total</li> <li>-Nitratos.</li> </ul> <p>Análisis bacteriológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Coliformes totales</li> <li>-Coliformes termotolerantes</li> </ul> | <p>-Análisis laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocolo de calidad fisicoquímicas de aguas.</li> <li>- Protocolo para calidad microbiológica de aguas.</li> </ul> | <p>Programas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Spss</li> <li>- Office</li> <li>- Microsoft Excel.</li> </ul> |
| <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>- ¿Cuáles son los valores que los tienen los parámetros físicos: Color, Turbiedad, Conductividad, Sólidos totales disueltos, del cerro manantes del cerro</p>                      | <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar los valores de los parámetros físicos: Color, Turbiedad, Conductividad, Sólidos totales disueltos, del agua proveniente de los manantes del cerro</li> </ul> | <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los parámetros físicos del agua proveniente de los manantes del cerro Kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, algunos exceden los valores establecidos,</li> </ul> |   |   |   |   |



|  |  |   |  |  |   |  |
|--|--|---|--|--|---|--|
| <p>agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, en el Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno - 2022?</p> <p>- ¿Cuáles son los valores que tienen los parámetros químicos: pH, Cloruros, Dureza total, Nitratos, del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, en el Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno - 2022?</p> <p>- ¿Qué valores presentan los parámetros bacteriológicos: coliformes totales y termotolerantes, del agua proveniente de los manantes del</p> | <p>kacca Punku con fines de consumo humano, en el Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno - 2022.</p> <p>- Determinar los valores de los parámetros químicos: pH, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, Nitratos, del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku con fines de consumo humano, en el Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno - 2022.</p> <p>- Evaluar los parámetros bacteriológicos: coliformes totales y coliformes termotolerantes, del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku, con fines de consumo humano, del Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno-2022.</p> | <p>según el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.</p> <p>-Los parámetros químicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, algunos exceden los valores establecidos, según el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.</p> <p>- Los parámetros bacteriológicos del agua proveniente de los manantes del cerro kacca Punku del barrio Ricardo Palma del distrito de Puno, excedan los valores establecidos, según el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA.</p> | <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Calidad de Agua para consumo humano, según D.S. N° 031-2010-SA.</p> | <p>Supera los límites permisibles.</p> | <p>Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p> |  |
|--|--|---|--|--|---|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
| cerro kacca Punku, con fines de consumo humano, del Barrio Ricardo Palma del Distrito de Puno? |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|




**Anexo 02:** Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S.  
N°031-2010-SA.

MINISTERIO DE SALUD

No. 031-2010-SA

REPUBLICA DEL PERU



*Decreto Supremo*

Lima, ..... de ..... del .....

**APRUEBAN REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

**CONSIDERANDO:**

Que, el numeral 22 del artículo 2° concordante con el artículo 7° de la Constitución Política del Perú, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, teniendo derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad, así como el deber de contribuir a su promoción y defensa;

Que, el artículo 107° de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, establece que el abastecimiento del agua para consumo humano queda sujeto a las disposiciones que dicte la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento;

Que, la Décima Primera Disposición Complementaria, Transitoria y Final de la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, dispone que el Ministerio de Salud, continuará teniendo competencia en los aspectos de saneamiento ambiental, debiendo formular las políticas y dictar las normas de calidad sanitaria del agua y de protección del ambiente;








Que, mediante Resolución Suprema del 17 de diciembre de 1946, se aprobó el "Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", el cual se encuentra desactualizado y obsoleto en el contexto actual;

Que, resulta necesario establecer un nuevo marco normativo para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, sustentado en un enfoque de análisis de riesgo, que proporcione a la Autoridad de Salud instrumentos de gestión modernos y eficaces para conducir la política y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano;

*M. Arce R*

*E. CRUZ S.*

*M. Olivera A.*



De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 26842 – Ley General de Salud, y la Ley N° 29158 – Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

**DECRETA:**

**Artículo 1°- Aprobación**

Apruébese el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, que consta de diez (10) títulos, ochenta y un (81) artículos, doce (12) disposiciones complementarias, transitorias y finales, y cinco (05) anexos, cuyos textos forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

El presente Decreto Supremo con el texto del Reglamento y sus anexos deberán ser publicados en el Portal Institucional del Ministerio de Salud (<http://www.minsa.gob.pe>) el mismo día de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.



M. Ange R.

**Artículo 2°- Derogación**

A la entrada en vigencia del presente dispositivo legal, quedará derogada la Resolución Suprema del 17 de diciembre de 1946 que aprobó el "Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", así como toda aquella disposición que se le oponga.



E. CRUZ S.

**Artículo 3°- Refrendo**

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Salud y de Vivienda, Construcción y Saneamiento.



W. Olivera A.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de septiembre del año dos mil diez.



D. León Cui.

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

OSCAR UGARTE UBILLUZ  
Ministro de Salud

JUAN SARMIENTO SOTO  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento



Ministerio de Salud

**REGLAMENTO DE LA CALIDAD  
DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Dirección General de Salud Ambiental  
**DIGESA**



2010



REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA  
PARA CONSUMO HUMANO

TÍTULO I  
DISPOSICIONES GENERALES

**Artículo 1°.- De la finalidad**

El presente Reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

**Artículo 2°.- Objeto**

Con arreglo a la Ley N° 26842 - Ley General de Salud, el presente Reglamento tiene como objeto normar los siguientes aspectos:

1. La gestión de la calidad del agua;
2. La vigilancia sanitaria del agua;
3. El control y supervisión de la calidad del agua;
4. La fiscalización, las autorizaciones, registros y aprobaciones sanitarias respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
5. Los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano; y,
6. La difusión y acceso a la información sobre la calidad del agua para consumo humano.

**Artículo 3°.- Ámbito de Aplicación**

- 3.1 El presente Reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo;
- 3.2 No se encuentran comprendidas en el ámbito de aplicación del presente Reglamento:
  1. Las aguas minerales naturales reconocidas por la autoridad competente; y
  2. Las aguas que por sus características físicas y químicas, sean calificadas como productos medicinales.

**Artículo 4°.- Mención a referencias**

Cualquier mención en el presente Reglamento a:

- «Reglamento» se entenderá que está referida al presente Reglamento; y
- «Calidad del agua», debe entenderse que está referida a la frase «calidad del agua para consumo humano».

**Artículo 5°.- Definiciones**

Para efectos del presente reglamento, se debe considerar las siguientes definiciones:

1. Agua Cruda: Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento.
2. Agua Tratada: Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.
3. Agua de Consumo Humano: Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal.
4. Camión Cisterna: Vehículo motorizado con tanque o cisterna autorizado para transportar agua para consumo humano desde la estación de surtidores hasta el consumidor final.
5. Consumidor: Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor para su consumo.

Cloro residual libre: Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento.

Fiscalización Sanitaria: Atribución de la Autoridad de Salud para verificar, sancionar y establecer medidas de seguridad cuando el proveedor incumpla las disposiciones del



presente Reglamento y las normas sanitarias de calidad del agua que la Autoridad de Salud emita.

8. Gestión de la calidad de agua de consumo humano: Conjunto de acciones técnico administrativas u operativas que tienen la finalidad de lograr que la calidad del agua para consumo de la población cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en el presente reglamento.
  9. Inocuidad: Que no hace daño a la salud humana.
  10. Límite Máximo Permissible: Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.
  11. Monitoreo.: Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua.
  12. Organización comunal: Son Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento, Asociación, Comité u otra forma de organización, elegidas voluntariamente por la comunidad constituidas con el propósito de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento.
  13. Parámetros microbiológicos: Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.
  14. Parámetros organolépticos: Son los parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial.
  15. Parámetros inorgánicos: Son los compuestos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno analizados en el agua de consumo humano.
  16. Parámetros de Control Obligatorio (PCO): Son los parámetros que todo proveedor de agua debe realizar obligatoriamente al agua para consumo humano.
  17. Parámetros Adicionales de Control Obligatorio (PACO): Parámetros que de exceder los Límites Máximos Permisibles se incorporarán a la lista de parámetros de control obligatorio hasta que el proveedor demuestre que dichos parámetros cumplen con los límites establecidos en un plazo que la Autoridad de Salud de la jurisdicción determine.
  18. Plan de Control de la Calidad (PCC) : Instrumento técnico a través del cual se establecen un conjunto de medidas necesarias para aplicar, asegurar y hacer cumplir la norma sanitaria a fin de proveer agua inocua, con el fin de proteger la salud de los consumidores.
  19. Programa de Adecuación Sanitaria (PAS): Es un instrumento técnico - legal aprobado por la Autoridad de Salud, que busca formalizar y facilitar la adecuación sanitaria a los proveedores de agua de consumo humano al presente Reglamento y a las normas sanitarias de calidad del agua que emita la autoridad competente, en donde se establecen objetivos, metas, indicadores, actividades, inversiones y otras obligaciones, que serán realizadas de acuerdo a un cronograma.
  20. Proveedor del servicio de agua para el Consumo Humano: Toda persona natural o jurídica bajo cualquier modalidad empresarial, junta administradora, organización vecinal, comunal u otra organización que provea agua para consumo humano. Así como proveedores del servicio en condiciones especiales.
  21. Proveedores de servicios en condiciones especiales: Son aquellos que se brindan a través de camiones cisterna, surtidores, reservorios móviles, conexiones provisionales. Se exceptúa la recolección individual directa de fuentes de agua como lluvia, río, manantial.
  22. Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano: Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua.
  23. Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control: Sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros que son importantes para la inocuidad del agua para consumo humano.
  24. Sistema de tratamiento de agua: Conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tiene la finalidad de producir agua apta para el consumo humano.
- Supervisión: Acción de evaluación periódica y sistemática para verificar el cumplimiento del presente reglamento y de aquellas normas sanitarias de calidad del agua que emita la Autoridad de Salud, así como los procesos administrativos y técnicos de competencia del





- proveedor de agua de consumo humano, a fin de aplicar correctivos administrativos o técnicos que permitan el cumplimiento normativo.
26. **Surtidor:** Punto de abastecimiento autorizado de agua para consumo humano que provee a camiones cisterna y otros sistemas de abastecimiento en condiciones especiales..

## TÍTULO II GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

### Artículo 6°.- Lineamientos de gestión

El presente Reglamento se enmarca dentro de la política nacional de salud y los principios establecidos en la Ley N° 26842 - Ley General de Salud. La gestión de la calidad del agua para consumo humano garantiza su inocuidad y se rige específicamente por los siguientes lineamientos:

1. Prevención de enfermedades transmitidas a través del consumo del agua de dudosa o mala calidad;
2. Aseguramiento de la aplicación de los requisitos sanitarios para garantizar la inocuidad del agua para consumo humano;
3. Desarrollo de acciones de promoción, educación y capacitación para asegurar que el abastecimiento, la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo, sean eficientes, eficaces y sostenibles;
4. Calidad del servicio mediante la adopción de métodos y procesos adecuados de tratamiento, distribución y almacenamiento del agua para consumo humano, a fin de garantizar la inocuidad del producto;
5. Responsabilidad solidaria por parte de los usuarios del recurso hídrico con respecto a la protección de la cuenca, fuente de abastecimiento del agua para consumo humano;
6. Control de la calidad del agua para consumo humano por parte del proveedor basado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control; y
7. Derecho a la información sobre la calidad del agua consumida.

### Artículo 7°.- De la gestión de la calidad del agua de consumo humano

La gestión de la calidad del agua se desarrolla principalmente por las siguientes acciones:

1. Vigilancia sanitaria del agua para consumo humano;
2. Vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por el agua para consumo humano;
3. Control y supervisión de calidad del agua para consumo humano;
4. Fiscalización sanitaria del abastecimiento del agua para consumo humano;
5. Autorización, registros y aprobaciones sanitarias de los sistemas de abastecimiento del agua para consumo humano;
6. Promoción y educación en la calidad y el uso del agua para consumo humano; y
7. Otras que establezca la Autoridad de Salud de nivel nacional.

### Artículo 8°.- Entidades de la gestión de la calidad del agua de consumo humano

Las entidades que son responsables y/o participan en la gestión para asegurar la calidad del agua para consumo humano en lo que le corresponde de acuerdo a su competencia, en todo el país son las siguientes:

1. Ministerio de Salud;
2. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;
3. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento;
4. Gobiernos Regionales;
5. Gobiernos Locales Provinciales y Distritales;
6. Proveedores del agua para consumo humano; y
- Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores.



**TÍTULO III**  
**DE LA AUTORIDAD COMPETENTE PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA**  
**PARA CONSUMO HUMANO**

**Artículo 9°.- Ministerio de Salud**

La Autoridad de Salud del nivel nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, es el Ministerio de Salud, y la ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); en tanto, que la autoridad a nivel regional son las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o Gerencias Regionales de Salud (GRS) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones de Salud (DISA) en el caso de Lima, según corresponda. Sus competencias son las siguientes:

DIGESA:

Establece la política nacional de calidad del agua que comprende las siguientes funciones:

1. Diseñar la política nacional de calidad del agua para consumo humano;
2. Normar la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano;
3. Normar los procedimientos técnicos administrativos para la autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento del agua para consumo humano previsto en el Reglamento;
4. Elaborar las guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;
5. Normar los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;
6. Normar el procedimiento para la declaración de emergencia sanitaria por las Direcciones Regionales de Salud respecto de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
7. Supervisar el cumplimiento de las normas señaladas en el presente Reglamento en los programas de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en las regiones;
8. Otorgar autorización sanitaria a los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano de acuerdo a lo señalado en la décima disposición complementaria, transitoria y final del presente reglamento; el proceso de la autorización será realizado luego que el expediente técnico sea aprobado por el ente sectorial o regional competente antes de su construcción;
9. Normar los registros señalados en el presente Reglamento y administrar aquellos que establece el artículo 35°, 36° y 38° del presente Reglamento;
10. Normar el plan de control de calidad del agua a cargo del proveedor, para su respectiva aprobación por la autoridad de salud de la jurisdicción correspondiente;
11. Consolidar y publicar la información de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano en el país;
12. Realizar estudios de investigación del riesgo de daño a la salud por agua para consumo humano en coordinación con la Dirección General de Epidemiología;
13. Si como resultado de la vigilancia epidemiológica se identifica que alguno de los parámetros a pesar que cumple con el valor establecido en el presente reglamento significa un factor de riesgo al existir otras fuentes de exposición, la Autoridad de Salud podrá exigir valores menores; y
14. Otras responsabilidades establecidas en el presente Reglamento.

DIRESA, GRS o DISA:

1. Vigilar la calidad del agua en su jurisdicción;
2. Elaborar y aprobar los planes operativos anuales de las actividades del programa de vigilancia de la calidad del agua en el ámbito de su competencia y en el marco de la política nacional de Salud establecida por el MINSA - DIGESA;
3. Fiscalizar el cumplimiento de las normas señaladas en el presente Reglamento en su jurisdicción y de ser el caso aplicar las sanciones que correspondan;  
Otorgar y administrar los registros señalados en el presente Reglamento, sobre los sistemas de abastecimiento del agua para consumo humano en su jurisdicción;  
Consolidar y reportar la información de vigilancia a entidades del gobierno nacional, regional y local;





6. Otorgar registro de las fuentes de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
7. Aprobar el plan de control de calidad del agua;
8. Declarar la emergencia sanitaria el sistema de abastecimiento del agua para consumo humano cuando se requiera prevenir y controlar todo riesgo a la salud, en sujeción a las normas establecidas por la autoridad de salud de nivel nacional;
9. Establecer las medidas preventivas, correctivas y de seguridad, ésta última señalada en el artículo 130° de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, a fin de evitar que las operaciones y procesos empleados en el sistema de abastecimiento de agua generen riesgos a la salud de los consumidores; y
10. Otras responsabilidades establecidas en el presente Reglamento.

**Artículo 10°.- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en sujeción a sus competencias de ley está facultado para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, a:

1. Prever en las normas de su sector la aplicación de las disposiciones y de los requisitos sanitarios establecidos en el presente Reglamento;
2. Establecer en los planes, programas y proyectos de abastecimiento de agua para consumo humano la aplicación de las normas sanitarias señalados en el presente Reglamento;
3. Disponer las medidas que sean necesarias en su sector, a consecuencia de la declaratoria de emergencia sanitaria del abastecimiento del agua por parte de la autoridad de salud de la jurisdicción, para revertir las causas que la generaron; y
4. Generar las condiciones necesarias para el acceso a los servicios de agua en niveles de calidad y sostenibilidad en su prestación, en concordancia a las disposiciones sanitarias, en especial de los sectores de menores recursos económicos.

**Artículo 11°.- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento**

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) está facultada para la gestión de la calidad del agua para consumo, en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación:

1. Formular o adecuar las directivas, herramientas e instrumentos de supervisión de su competencia a las normas sanitarias establecidas en este Reglamento para su aplicación por los proveedores de su ámbito de competencia;
2. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento en el servicio de agua para consumo humano de su competencia; y
3. Informar a la autoridad de salud de su jurisdicción, los incumplimientos en los que incurran los proveedores de su ámbito de competencia, a los requisitos de calidad sanitaria de agua normados en el presente reglamento.

**Artículo 12°.- Gobiernos Locales Provinciales y Distritales**

Los gobiernos locales provinciales y distritales están facultados para la gestión de la calidad del agua para consumo humano en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación:

1. Velar por la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
2. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento en los servicios de agua para consumo humano de su competencia;
3. Informar a la autoridad de salud de la jurisdicción y tomar las medidas que la ley les faculta cuando los proveedores de su ámbito de competencia no estén cumpliendo los requisitos de calidad sanitaria normados en el presente Reglamento; y
4. Cooperar con los proveedores del ámbito de su competencia la implementación de las disposiciones sanitarias normadas en el presente Reglamento.

Lo señalado en los numerales 2 y 3 del presente artículo es aplicable para los gobiernos locales provinciales en el ámbito urbano y periurbano; y por los gobiernos locales distritales en el ámbito rural. Cuando se trate de entidades prestadoras de régimen privado el Gobierno local deberá comunicar a la SUNASS para la acción de ley que corresponda.





#### TÍTULO IV VIGILANCIA SANITARIA

##### Artículo 13°.- Vigilancia Sanitaria

La vigilancia sanitaria del agua para consumo humano es una atribución de la Autoridad de Salud, que se define y rige como:

1. La sistematización de un conjunto de actividades realizadas por la Autoridad de Salud para identificar y evaluar factores de riesgo que se presentan en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, desde la captación hasta la entrega del producto al consumidor, con la finalidad de proteger la salud de los consumidores en cumplimiento de los requisitos normados en este Reglamento;
2. Un sistema conducido por la Autoridad de Salud, el cual está conformado por consumidores, proveedores, instituciones de salud y de supervisión de ámbito local, regional y nacional; y
3. El establecimiento de prioridades y de estrategias para la prevención o eliminación de los factores de riesgo en el abastecimiento del agua, que la Autoridad de Salud establezca para el cumplimiento por el proveedor.

##### Artículo 14°.- Programa de vigilancia

La DIGESA y las Direcciones de Salud o las Direcciones Regionales de Salud o las Gerencias Regionales de Salud en todo el país, administran el programa de vigilancia sanitaria del abastecimiento del agua, concordante a sus competencias y con arreglo al presente Reglamento. Las acciones de programa de vigilancia se organizan de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Registro.- Identificación de los proveedores y caracterización de los sistemas de abastecimiento de agua;
2. Ámbito.- Definición de las zonas de la actividad básica del programa de vigilancia, distinguiendo el ámbito de residencia: urbano, peri urbano y rural, a fin de determinar la zona de trabajo en áreas geográficas homogéneas en cuanto a tipo de suministro, fuente y administración del sistema de abastecimiento del agua;
3. Autorización sanitaria.- Permiso que otorga la autoridad de salud que verifica los procesos de potabilización el agua para consumo humano, garantizando la remoción de sustancias o elementos contaminantes para la protección de la salud;
4. Monitoreo.- Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua;
5. Calidad del agua.- Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano establecidos en el presente Reglamento; y
6. Desarrollo de Indicadores.- Procesamiento y análisis de los resultados de los monitoreos de la calidad del agua, del sistema de abastecimiento y del impacto en la morbilidad de las enfermedades de origen o vinculación al consumo del agua.

##### Artículo 15°.- Sistema de información

La DIGESA norma, organiza y administra el Sistema Nacional de Información de la Vigilancia Sanitaria del Agua para Consumo Humano, a través de la estructura orgánica de las DIRESAs, GRSs, DISAs, Gobiernos Locales, Proveedores, Organismos de supervisión y Consumidores.

##### Artículo 16°.- Difusión de información

La DIGESA consolida la información nacional referente a la calidad del agua, así como las autorizaciones y registros normados en este Reglamento, publicándose y distribuyéndose periódicamente. La DISA o DIRESA o GRS, según corresponda, consolidará la información de su jurisdicción, para lo cual se ajustará a las directivas que sobre la materia la DIGESA emita.

##### Artículo 17°.- Vigilancia epidemiológica

La Dirección General de Epidemiología (DGE) del Ministerio de Salud es responsable de la organización y coordinación de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades vinculadas al consumo del agua y le corresponde:



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

| Parámetros  | Unidad de medida    | Límite máximo permisible |
|---|---------------------|--------------------------|
| 1. Bacterias Coliformes Totales.  | UFC/100 mL a 35°C   | 0 (*)                    |
| 2. <i>E. Coli</i>   | 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 oquistes de protozoarios patógenos.  | Nº org/L            | 0                        |
| 6. Virus  | UFC / mL            | 0                        |
| 7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos | Nº org/L            | 0                        |

UFC = Unidad formadora de colonias

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



**ANEXO 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)      | umho/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>-</sup> L <sup>-1</sup> | 250                      |
| 10. Dureza total             | mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>            | 500                      |
| 11. Amoníaco                 | mg N L <sup>-1</sup>                            | 1,5                      |
| 12. Hierro                   | mg Fe L <sup>-1</sup>                           | 0,3                      |
| 13. Manganeseo               | 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 (nota 1)                                   | 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 (nota 2)                                      | 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. Níquel   | 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 (nota 3)                     |                                    | 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. Clorcano (total de isómeros)                        | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,0002   |
| 9. DDT (total de isómeros)                             | mgL <sup>-1</sup>                  | 0,001  |
| 10. Endrín   | 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   |





### Anexo 03: Panel fotográfico



**Figura 23:** Materiales para la toma de muestras del punto de captación y recepción del agua.









**Figura 24:** Llenado y rotulado de la muestra M2-Kacca Punku





**Figura 25:** Llenado y rotulado de la muestra M1-Kacca Punku





**Figura 26:** Entrega de muestras de la primera repetición al laboratorio de control de calidad.





**Figura 27:** Entrega de muestras de la segunda repetición al laboratorio de control de calidad.





**Universidad Nacional del Altiplano - Puno**  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
FACULTAD ACREDITADA  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



---

**LQ - 2023**

**Nº 001882**

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUAS: Muestra 01

PROCEDENCIA : CERRO KACCA PUNKU, BARRIO RICARDO PALMA, DISTRITO PUNO

INTERESADO : GERALDINE JUANA PAREDES CONDORI

MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

MUESTREO : 28/12/2022, por el interesado

ANÁLISIS : 28/12/2022

COD. MUESTRA : BCO9-000398

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

ASPECTO : Líquido

COLOR : Incoloro

OLOR : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH : 6.02

Temperatura : 14.00 °C

Conductividad Eléctrica : 216.00 µS/cm

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Dureza Total como CaCO<sub>3</sub> : 332.00 mg/L

Alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> : 142.18 mg/L

Cloruros como Cl<sup>-</sup> : 129.95 mg/L

Sulfatos como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> : 50.50 mg/L

Sólidos Totales Disueltos : 108.50 mg/L

Calcio como Ca<sup>++</sup> : 89.18 mg/L

Magnesio como Mg<sup>++</sup> : 26.50 mg/L

Sólidos totales : 514.94 mg/L

Porcentaje de salinidad : 0.10 %

Turbidez : 34.77 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

Bacterias coliformes totales : 4 UFC/100ml

Coliformes fecales : <1 UFC/100ml

---

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico aralizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA Puno, C.U. 05 de enero del 2023.

V°B°



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UUNA - CIP - 182993



Walter B. Ayala Anagon, Ph.D.  
DECANO FIC - UUNA

---

Ciudad Universitaria Av. Floral s/n Facultad de Ing. Química - Telefax: (051) 366190

**Figura 28:** Certificado de análisis de la muestra 1 de la primera repetición.



**Universidad Nacional del Altiplano - Puno**  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
FACULTAD ACREDITADA  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



LQ - 2023

Nº 001881

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUAS: Muestra 02

**PROCEDENCIA** : CERRO KACCA PUNKU, BARRIO RICARDO PALMA, DISTRITO PUNO

**INTERESADO** : GERALDINE JUANA PAREDES CONDORI

**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

**MUESTREO** : 28/12/2022, por el interesado

**ANÁLISIS** : 28/12/2022

**COD. MUESTRA** : B009-000398

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

**ASPECTO** : Líquido

**COLOR** : Incoloro

**OLOR** : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

|                         |   |              |
|-------------------------|---|--------------|
| pH                      | : | 6.10         |
| Temperatura             | : | 13.80 °C     |
| Conductividad Eléctrica | : | 235.00 µS/cm |

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

|   |   |        |      |
|---|---|--------|------|
| Dureza Total como CaCO <sub>3</sub>         | : | 415.52 | mg/L |
| Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | : | 136.21 | mg/L |
| Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | : | 135.96 | mg/L |
| Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | : | 49.90  | mg/L |
| Sólidos Totales Disueltos                   | : | 117.30 | mg/L |
| Calcio como Ca <sup>2+</sup>                | : | 78.50  | mg/L |
| Magnesio como Mg <sup>2+</sup>              | : | 53.30  | mg/L |
| Sólidos totales                             | : | 270.24 | mg/L |
| Porcentaje de salinidad                     | : | 0.10   | %    |
| Turbidez                                    | : | 25.81  | NTU  |

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

|                              |   |    |           |
|------------------------------|---|----|-----------|
| Bacterias coliformes totales | : | 4  | UFC/100ml |
| Coliformes fecales           | : | <1 | UFC/100ml |

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. Nº 031-2010-SA  
Puno, C.U. 05 de enero del 2023.

VºBº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
PISO - UNIA - CIF - 102990



Walter A. Alvarado Aragón, P.D.  
DECANO - UNIA

---

Ciudad Universitaria Av. Floral s/n Facultad de Ing. Química - Telefax: (051) 366190

**Figura 29:** Certificado de análisis de la muestra 2 de la primera repetición.





**Universidad Nacional del Altiplano - Puno**  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
FACULTAD ACREDITADA  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



---

LQ - 2023

Nº 001884

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUAS: Muestra 01

PROCEDENCIA : CERRO KACCA PUNKU, BARRIO RICARDO PALMA, DISTRITO PUNO  
 INTERESADO : GERALDINE JUANA PAREDES CONDORI  
 MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
 MUESTREO : 27/03/2023, por el interesado  
 ANÁLISIS : 27/03/2023  
 COD. MUESTRA : B009-000406

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

ASPECTO : Líquido  
 COLOR : Incoloro  
 OLORES : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

|                         |   |              |
|-------------------------|---|--------------|
| pH                      | : | 5.36         |
| Temperatura             | : | 14.00 °C     |
| Conductividad Eléctrica | : | 444.00 µS/cm |

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

|   |   |        |      |
|---|---|--------|------|
| Dureza Total como CaCO <sub>3</sub>         | : | 381.48 | mg/L |
| Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | : | 180.40 | mg/L |
| Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | : | 133.90 | mg/L |
| Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | : | 32.04  | mg/L |
| Sólidos Totales Disueltos                   | : | 222.00 | mg/L |
| Calcio como Ca <sup>++</sup>                | : | 95.84  | mg/L |
| Magnesio como Mg <sup>++</sup>              | : | 34.48  | mg/L |
| Sólidos totales                             | : | 222.01 | mg/L |
| Porcentaje de salinidad                     | : | 0.20   | %    |
| Turbidez                                    | : | 8.84   | NTU  |

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

|                              |   |    |           |
|------------------------------|---|----|-----------|
| Bacterias coliformes totales | : | 4  | UFC/100ml |
| Coliformes fecales           | : | <1 | UFC/100ml |

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA Puno, C.U. 31 de marzo del 2023.

VºBº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
PUNO - UNA - COP - 152348



Walter B. Apaza Alarcón, Ph.D.  
DECANO - I.Q. - UNA

---

Ciudad Universitaria Av. Floral s/n Facultad de Ing. Química - Telefax: (051) 366190

Figura 30: Certificado de análisis de la muestra 1 de la segunda repetición.



**Universidad Nacional del Altiplano - Puno**  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
FACULTAD ACREDITADA  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**




**LQ - 2023**

Nº 001887

## Certificado de Análisis

**ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUAS: Muestra 02**

PROCEDENCIA : CERRO KACCA PUNKU, BARRIO RICARDO PALMA, DISTRITO PUNO  
 INTERESADO : GERALDINE JUANA PAREDES CONDORI  
 MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
 MUESTREO : 27/03/2023, por el interesado  
 ANÁLISIS : 27/03/2023  
 COD. MUESTRA : B009-000406

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

ASPECTO : Líquido  
 COLOR : Incoloro  
 OLOR : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

|                         |   |          |       |
|-------------------------|---|----------|-------|
| pH                      | : | 6.10     |       |
| Temperatura             | : | 13.80 °C |       |
| Conductividad Eléctrica | : | 235.00   | µS/cm |

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

|   |   |        |      |
|---|---|--------|------|
| Dureza Total como CaCO <sub>3</sub>         | : | 294.24 | mg/L |
| Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>          | : | 162.42 | mg/L |
| Cloruros como Cl <sup>-</sup>               | : | 131.96 | mg/L |
| Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | : | 95.60  | mg/L |
| Sólidos Totales Disueltos                   | : | 211.00 | mg/L |
| Calcio como Ca <sup>++</sup>                | : | 93.47  | mg/L |
| Magnesio como Mg <sup>++</sup>              | : | 15.93  | mg/L |
| Sólidos totales                             | : | 219.87 | mg/L |
| Porcentaje de salinidad                     | : | 0.20   | %    |
| Turbidez                                    | : | 4.33   | NTU  |

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

|                              |   |    |           |
|------------------------------|---|----|-----------|
| Bacterias coliformes totales | : | 4  | UFC/100ml |
| Coliformes fecales           | : | <1 | UFC/100ml |

---

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA  
 Puno, C.U. 31 de marzo del 2023.

VºBº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANUETA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIO - UNA - CIF - 192393




Walter B. Aparicio Aragón, Ph.D.  
DECANO - FIO - UNA

---

Ciudad Universitaria Av. Floral s/n Facultad de Ing. Química - Telefax: (051) 366190

**Figura 31:** Certificado de análisis de la muestra 2 de la segunda repetición