

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS POZOS DEL SECTOR  
CHACHUYO DEL CENTRO POBLADO DE PUCARLAYA, DISTRITO DE PUNO -**

**2024**

**PRESENTADA POR:**

**PABLO VICENTE PACCARI AMESQUITA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



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



6.08%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 18 MAR 2025, 6:13 PM

### Similarity report

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

● IDENTICAL  
1.11%

● CHANGED TEXT  
4.97%

## Report #25302971

PABLO VICENTE PACCARI AMESQUITA // EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS POZOS DEL SECTOR CHACHUYO DEL CENTRO POBLADO DE PUCARLAYA, DISTRITO DE PUNO - 2024 RESUMEN El objetivo de la presente investigación ha sido evaluar si la calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, es apta para el consumo humano, la investigación fué de tipo descriptivo y diseño no experimental, para este estudio se ha considerado las muestras de agua de los 03 pozos que abastecen de agua potable al centro poblado de Pucarlaya siguiendo las pautas establecidas en el Protocolo Nacional de Calidad de los Recursos Hídricos, emitido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), siendo los resultados los siguientes; los parámetros físicos químicos cumplen con Límites Máximos Permisibles, siendo sus valores promedio: el pH igual a 6.86, Temperatura de 15 °C, Conductividad eléctrica de 75.30 uS/cm, Dureza Total de 357.84 mg/L, alcalinidad 203.04 mg/L, Cloruros 128.96 mg/L, Calcio 94.45 mg/L, Sulfatos 47.42 mg/L, Sólidos disueltos totales 37.63 mg/L, Salinidad 0.03% y Turbidez con 0.10 NTU; contradictoriamente los valores de los parámetros microbiológicos no cumplen con Límites Máximos Permisibles, pues los valores promedio de las concentraciones en los pozos es de <1 UFC /100 ml para el parámetro: bacteria coliformes totales como para las coliformes Fecales, concluyendo que la calidad del agua de los pozos del

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

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS POZOS DEL SECTOR  
CHACHUYO DEL CENTRO POBLADO DE PUCARLAYA, DISTRITO DE PUNO -  
2024**

**PRESENTADA POR:**

**PABLO VICENTE PACCARI AMESQUITA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA



PRIMER MIEMBRO

:

Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA



SEGUNDO MIEMBRO

:

Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS



ASESOR DE TESIS

:

M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA



Área: Ingeniería, Tecnológica.

Sub área: Ingeniería ambiental.

Línea de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 24 de marzo del 2025.

## DEDICATORIA

A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis profesores, quienes con su guía y conocimientos sembraron en mí la pasión por el aprendizaje y la curiosidad por explorar más allá de lo evidente.

A mis amigos, por su compañía en este viaje, por las risas en los momentos difíciles y por recordarme que los grandes logros se celebran mejor en compañía.

Y a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de este trabajo, porque cada palabra escrita lleva consigo un poco de su inspiración y aliento.

Con gratitud y cariño,

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos – Puno, por acogerme como mi segundo hogar donde recibí las enseñanzas impartidas por los diferentes docentes en los años de estudios, donde se me permitió alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por brindarme los conocimientos impartidos en los diferentes años de estudios cursados.
- A mi asesor M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita por su compromiso, paciencia y enseñanza incondicional para lograr la elaboración del presente trabajo de investigación
- Agradecer a mis jurados:  
Presidente Dr. Esteban Isidro León Apaza,  
Primer miembro: Mag. Julio Wilfredo Cano Ojeda,  
Segundo miembro: Dra. Marlene Cusi Montesinos,
- Por todos sus aportes para mejorar mi trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

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

### CAPÍTULO I

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

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>15</b>
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.	15
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.	16
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.	17
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>19</b>
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.	19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	19

### CAPÍTULO II

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

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>20</b>
2.1.1. EL AGUA.	20

2.1.2. LAS FUENTES DE AGUA.	20
2.1.3. LAS PROPIEDADES DEL AGUA.	21
2.1.4. LOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA.	22
2.1.5. ORGANISMOS MUNDIALES Y NACIONALES DEL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA.	23
2.1.6. LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	24
2.1.7. LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL.	24
2.1.8. EL MUESTREO DEL AGUA.	24
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>24</b>
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>25</b>
<b>2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>27</b>
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.	27
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.	27
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>28</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>30</b>
3.2.1. POBLACIÓN	30
3.2.2. MUESTRA	30
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>32</b>
3.3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.	32
3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.5. MATERIALES	33
3.3.6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.	34
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>36</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>36</b>

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

<b>4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL CUMPLIMIENTO DEL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.</b>	<b>39</b>
4.1.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS.	40
4.1.2. COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DE LOS 03 POZOS CON EL REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO ESTABLECIDO EN EL DS. 031-2010-SA.	42
<b>4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL CUMPLIMIENTO DEL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.</b>	<b>42</b>
4.2.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.	43
4.2.2. COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LOS 03 POZOS CON EL REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO ESTABLECIDO EN EL DS. 031-2010-SA.	44
<b>4.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.</b>	<b>44</b>
<b>4.4. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS.</b>	<b>45</b>
4.4.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.	45
4.4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.	46
4.4.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.	46
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Descripción del punto donde se ha tomado la muestra.	32
<b>Tabla 02:</b> Identificación de las variables.	36
<b>Tabla 03.</b> Resultados de los parámetros fisicoquímicos de los 03 pozos del centro poblado de Pucarlaya.	40
<b>Tabla 04:</b> Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA.	42
<b>Tabla 05.</b> Resultados de los parámetros microbiológicos de los 03 pozos del centro poblado de Pucarlaya.	43
<b>Tabla 06:</b> Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA.	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01:</b> Ubicación del Distrito de Puno en el departamento de Puno.	29
<b>Figura 02:</b> Ubicación del CP Pucarlaya en el mapa del distrito de Puno.	30
<b>Figura 03:</b> Ubicación de los 3 pozos en el sector Chachuyo del C.P. Pucarlaya.	31
<b>Figura 04:</b> Gráficos de Control.	38
<b>Figura 05:</b> Comparación de los parámetros físico químicos de los 03 pozos del centro poblado de Pucarlaya.	41
<b>Figura 06:</b> Comparación de los parámetros microbiológicos de los 03 pozos del centro poblado de Pucarlaya.	43
<b>Figura 06:</b> Toma de muestra del pozo 03.	65
<b>Figura 07:</b> Almacenamiento de la muestra del pozo 03.	65
<b>Figura 08:</b> Toma de muestra del pozo 01.	66
<b>Figura 09:</b> Trasladando la muestra del pozo 01.	66
<b>Figura 10:</b> Poblador realizando el sacado del agua del pozo.	67
<b>Figura 11:</b> Vista panorámica del pozo 01.	68
<b>Figura 12:</b> Vista panorámica del pozo 02.	69
<b>Figura 13:</b> Vista panorámica del pozo 03.	70

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Análisis de laboratorio para la muestra 01.	57
<b>Anexo 02:</b> Análisis de laboratorio para la muestra 02.	58
<b>Anexo 03:</b> Análisis de laboratorio para la muestra 03.	59
<b>Anexo 04:</b> Límites Máximos Permisibles del Reglamento de Calidad de Agua para consumo humano.	60
<b>Anexo 05:</b> Galería fotográfica.	65
<b>Anexo 06:</b> Matriz de consistencia	71

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación ha sido evaluar si la calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, es apta para el consumo humano, la investigación fué de tipo descriptivo y diseño no experimental, para este estudio se ha considerado las muestras de agua de los 03 pozos que abastecen de agua potable al centro poblado de Pucarlaya siguiendo las pautas establecidas en el Protocolo Nacional de Calidad de los Recursos Hídricos, emitido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), siendo los resultados los siguientes; los parámetros físicos químicos cumplen con Límites Máximos Permisibles, siendo sus valores promedio: el pH igual a 6.86, Temperatura de 15 °C, Conductividad eléctrica de 75.30 uS/cm, Dureza Total de 357.84 mg/L, alcalinidad 203.04 mg/L, Cloruros 128.96 mg/L, Calcio 94.45 mg/L, Sulfatos 47.42 mg/L, Sólidos disueltos totales 37.63 mg/L, Salinidad 0.03% y Turbidez con 0.10 NTU; contradictoriamente los valores de los parámetros microbiológicos no cumplen con Límites Máximos Permisibles, pues los valores promedio de las concentraciones en los pozos es de <1 UFC/100 ml para el parámetro: bacteria coliformes totales como para las coliformes Fecales, concluyendo que la calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no es apta para el consumo humano, si bien las aguas analizadas cumplen con los parámetros físico químicos, respecto a los parámetros microbiológicos no los cumplen de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles del D.S. 031-2010-SA.

**Palabras clave:** Calidad de agua, LMP, Parámetros fisicoquímicos, Parámetros microbiológicos, Pozos.

## ABSTRACT

The objective of this research has been to evaluate whether the water quality of the wells in the Chanchuyo sector of the Pucarlaya town in the district of Puno is suitable for human consumption. The research was descriptive and non-experimental in design. For this study, water samples from the 03 wells that supply drinking water to the Pucarlaya town have been considered following the guidelines established in the National Protocol for the Quality of Water Resources, issued by the National Water Authority (ANA), and the results were as follows; the physical-chemical parameters comply with the Maximum Permissible Limits, their average values being: pH equal to 6.86, Temperature of 15 °C, Electrical conductivity of 75.30 uS/cm, Total Hardness of 357.84 mg/L, Alkalinity 203.04 mg/L, Chlorides equal to 128.96 mg/L, Calcium 94.45 mg/L, Sulfates 47.42 mg/L, Total dissolved solids 37.63 mg/L, Salinity 0.03% and Turbidity with 0.10 NTU; Contradictorily, the values of the microbiological parameters do not comply with the Maximum Permissible Limits, since the average values reached in the wells are <1 UFC/100 ml for the parameter: total coliform bacteria as well as for fecal coliforms, concluding that the quality of the water from the wells in the Chanchuyo sector of the Pucarlaya population center in the Puno district is not suitable for human consumption. Although the analyzed water complies with the physical-chemical parameters, regarding the microbiological parameters it does not comply with them according to the Maximum Permissible Limits of D.S. 031-2010-SA.

**Keywords:** Water quality, LMP, Physicochemical parameters, Microbiological parameters, Wells

## INTRODUCCIÓN

Los resultados de la presente investigación han permitido determinar si el estado del agua es óptimo para el consumo de los residentes pertenecientes al centro poblado de Pucarlaya (Chanchuyo) en la ciudad de Puno y se abastecen de los pozos de dicha zona. Posteriormente se utilizó un método de comparación con la ayuda del Reglamento de la Calidad del Agua y los índices químicos, bacteriológicos y físicos, se contempla de gran importancia la expansión informativa sobre los resultados de las muestras tomadas, tanto a los pobladores como a las autoridades y funcionarios responsables en este rubro. De esta manera, los datos proporcionados facilitarán la toma de decisiones y la corrección de fallas en el proceso de purificación, además de mejorar la supervisión del sistema de aprovisionamiento del servicio de agua.

Así mismo se espera que el presente trabajo se convierta en un precedente informativo valioso para los encargados de administrar el servicio de agua, para las autoridades y residentes. Esta información permitirá a todas las partes involucradas estar plenamente informadas sobre la calidad del agua que consumen las personas. Además, proporcionará una base sólida para la toma de decisiones respecto a la mejora y el mantenimiento de los procesos de tratamiento, control y supervisión, garantizando así la salud y el bienestar de la comunidad.

El desarrollo del presente documento se ha dividido en los siguientes apartados:

Capítulo I: Exponemos el problema citando información relevante relacionada a la investigación, luego citamos antecedentes de tipo internacional, nacional y del ámbito local, para al final citar los objetivos del presente trabajo.

Capítulo II: Desarrollamos cada uno de los términos que fundamentan el trabajo desarrollado, para ello se exponen el marco teórico y el conceptual y la normatividad nacional vigente, para al final mencionar las hipótesis de éste trabajo.

Capítulo III: Abarcamos el tema de la forma en la que se desarrolló la investigación a través de la metodología de investigación, presentamos la zona de estudio, la población y la muestra, y la parte estadística de éste trabajo.

Capítulo IV. En éste capítulo se exponen los resultados que se obtuvieron así como de la misma manera se terminan analizando e interpretando cada uno de ellos.

Por último terminamos el presente documento manifestando nuestras apreciaciones de los resultados obtenidos en las conclusiones y recomendamos el punto de vista que nos ofrece el haber realizado éste trabajo.

## **CAPÍTULO I**

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

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

El agua es un recurso esencial para la supervivencia de los seres vivos, se encuentra ubicado principalmente en las cuencas de los ecosistemas y acuíferos. Este suministro es vital no solo para cubrir las necesidades de higiene y consumo de las comunidades locales, sino también para el desarrollo progresivo y efectivo de la sociedad (Pérez, 2011).

Debido a las actividades humanas la cantidad de agua existente en el planeta tierra ha disminuido considerablemente y con ello su calidad también. Entre las causas más grandes se encuentran: derramamiento de contaminantes en el agua y el excesivo aprovechamiento de los acuíferos. Los cambios que sufrió el suelo con el pasar del tiempo son notables en la actualidad debido a la constante práctica de deforestación y métodos de agricultura con sustancias dañinas, esto provocó que los espacios que se encontraban reservados específicamente para las producciones hídricas sean trasladadas con el fin de ampliar la zona urbana. Con el continuo aumento de la población y la disminución de este importante elemento, las dificultades para obtener agua de manera efectiva y de calidad son cada vez mayores si no se toman las medidas requeridas. Una solución efectiva podría ser la implementación de una legislación que incluya normas dedicadas al correcto empleo del agua y la regulación de su consumo, para promover hábitos racionales y evitar su uso desmedido (Ordoñez, 2011).

De acuerdo con los cálculos del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) a nivel regional, se estima que la reserva total de agua subterránea en 08 valles alcanza los 9025 millones de metros cúbicos. Sin embargo, esta cifra es solo una fracción de las estimaciones que sitúan la reserva entre 35000-40000 millones de metros cúbicos. Esta discrepancia en las estimaciones sugiere la necesidad de una mayor investigación y análisis para obtener una comprensión precisa de los recursos hídricos subterráneos en la región (Mamani,2012).

Con el pasar del tiempo los términos agua y salud formaron un vínculo considerable, ya que la calidad de este elemento influye directamente en la salud de las personas. Las enfermedades que pueden contraer los consumidores dependen de la calidad del agua, si es óptima no significa ningún problema, en cambio, si no cumple con los estándares de calidad significa un peligro inminente para el individuo. Pero, debido al incremento de la población conforme pasa el tiempo, acceder a una fuente de agua es cada vez más difícil reduciendo la calidad del agua. Por ello, se requiere que el agua potable se encuentre a disposición de la población. De la misma forma que las actividades diarias realizadas por el ser humano afectan la calidad del agua, el agua se puede convertir en una amenaza para la existencia del hombre si se encuentra en pésimas condiciones, Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 2004).

En Pucarlaya, un centro poblado ubicado en el sur del distrito de Puno, se encuentra Chanchuyo un lugar cuya ausencia de fuentes hídricas, es el principal desafío que impide el correcto desenvolvimiento de los residentes pues dificulta sus actividades diarias. De esta necesidad, nació el impulso para buscar una fuente que satisfaga sus necesidades; específicamente en este centro poblado emplean como fuente principal agua subterránea. Está presente investigación se enfocará en evaluar la calidad del agua. Si el agua se encuentra en pésimas condiciones y no es apta para el consumo, se difundirán los resultados a los beneficiarios para que puedan colaborar con el tratamiento de sanidad adecuado; por ejemplo, el derecho al libre acceso a servicios básicos de calidad como sanitarios.

Los residentes del centro poblado utilizan los pozos para acceder a las aguas subterráneas, sin embargo, el estado de esta fuente está en condiciones insalubres y mal conservados. No se desarrolló investigación alguna, por lo tanto, no existe ninguna información sobre la calidad del agua.

### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno - 2024?

### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cumplirán los valores de los parámetros físicos, químicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, con los Límites Máximos Permisibles?
- ¿Cumplirán los valores de los parámetros microbiológicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, con los Límites Máximos Permisibles?

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.**

Sánchez et al. (2022), menciona en su artículo bajo el título: "Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en las Comunidades de Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico, Bolivia", para realizar la evaluación de la condición en la que se encuentra el agua perteneciente a dichos sectores. Se eligieron tres puntos por cada una de las comunidades a evaluar, para después aplicar un método de muestreo con dos sistemas de suministro de agua. Las muestras serán comparadas tomando como base los parámetros de turbidez, E. Coli (coliformes fecales), ph (nivel de alcalinidad), CE (conductividad eléctrica) y OD (oxígeno disuelto). Mediante el análisis se observó que los resultados obtenidos están por debajo de los límites impuestos por la autoridad Boliviana. Respecto al índice microbiológico. Si bien los análisis del agua en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo revelan que la mayoría de los parámetros químicos cumplen con la normativa boliviana, la presencia de Escherichia coli (E. coli) supera los

límites establecidos, lo que la hace no apta para consumo humano sin tratamiento previo. La ausencia de cloración o desinfección del agua hace necesaria la ebullición antes de beberla para eliminar la E. coli y otros microorganismos dañinos, previniendo así enfermedades diarreicas

El estudio de Oleas (2018) sobre la calidad del agua en Kobegis reveló resultados mixtos: si bien los parámetros químicos cumplen con la normativa, existen graves deficiencias en los aspectos físicos y microbiológicos. Los parámetros físicos no se ajustan a los estándares, y se ha observado un alarmante aumento del 100% en la cantidad de coliformes fecales, lo que indica una alta contaminación fecal. A pesar de cumplir con los estándares químicos, el agua no es apta para consumo humano en su estado actual debido a la contaminación fecal. Se recomienda implementar medidas urgentes como la cloración de los depósitos de almacenamiento y la reparación de las tuberías en mal estado para garantizar la seguridad del agua potable en Kobegis. La falta de acción podría poner en riesgo la salud de la comunidad, especialmente de niños, ancianos y personas con sistemas inmunodeprimidos.

### **1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.**

El estudio de Mendoza (2018) evaluó la calidad fisicoquímica del agua superficial en Sacsamarca. Los resultados indicaron que la mayoría de los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites establecidos para el riego de la categoría III, según la normativa peruana. Esto significa que el agua cumple con los requisitos para el riego agrícola y no presenta riesgos para la salud humana en ese contexto. Sin embargo, se detectaron niveles de arsénico y fosfato superiores a 1.0 mg/L, lo que excede los Estándares de Calidad del Agua establecidos para estos parámetros durante los años 2008 y 2017. Estos hallazgos sugieren que el agua no es apta para consumo humano en su estado actual debido a la presencia de arsénico y fosfato en concentraciones elevadas.

El estudio de Atencio (2018) evaluó la calidad del agua para consumo humano en la localidad de San Antonio de Rancas. Los resultados del monitoreo y análisis revelaron

que el agua no es apta para consumo humano debido a la presencia de coliformes totales y fecales que superan los límites establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017, Ministerio del ambiente para la subcategoría "A", la mina que aplica para agua destinada a la población y recreación, incluyendo la producción de agua potable. La presencia de coliformes totales y fecales en niveles no permitidos representa un grave riesgo para la salud de la población que la consume.

Aguilar y Navarro (2018), en su estudio "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha", analizaron los parámetros químicos del agua captada para el sistema de abastecimiento de la comunidad. Los resultados del análisis de laboratorio indicaron que: el pH, los cloruros y la dureza del agua se encuentran dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua, Decreto Supremo N° 031-2010-SA para consumo humano. En base a estos resultados, se puede concluir que, en cuanto a estos parámetros químicos específicos, el agua de Llañucancha cumple con los estándares de calidad para consumirlo.

Odcio et al. (2021) analizaron la calidad del agua en la laguna de Yarinacocha, encontrando diferencias en los parámetros fisicoquímicos entre los puntos de confluencia de la quebrada de Tushmo y la laguna. La muestra P1 se distanció más de los valores de P2 y P3. En cuanto a los parámetros biológicos, se observó una relativa diferencia entre los niveles superficiales, medios y profundos, pero no se detectaron diferencias significativas en coliformes termotolerantes y coliformes totales. El estudio sugiere que la calidad del agua varía en la laguna y se requieren investigaciones más profundas para comprender las causas de las variaciones y establecer medidas de protección.

### **1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.**

Zegarra (2018) en su estudio "Dispersión de contaminantes biológicos en el agua subterránea de la ciudad de Juliaca" encontró que la calidad del suelo influye en la concentración de contaminantes biológicos en el agua subterránea del sur de la ciudad. Específicamente, se detectó la presencia de bacterias coliformes en estas aguas, lo que indica contaminación fecal. Esta contaminación se debe a la inadecuada disposición de

excretas humanas en silos, una práctica común en zonas sin acceso a servicios de agua y saneamiento.

Turpo (2018) evaluó la calidad del agua en la Planta de Tratamiento Aziruni, Chimu. La mayoría de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (temperatura, pH, oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes) cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría IV. Sin embargo, la conductividad eléctrica (1396  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) superó el ECA, por lo que el agua se consideró no apta para consumo humano. Se recomienda un monitoreo regular y la implementación de medidas para reducir la conductividad eléctrica del agua para garantizar su potabilidad.

En un estudio realizado por Gerónimo (2021), se evaluó la calidad del agua del manantial Aladino VI en Puno, Perú. Los parámetros analizados incluyeron la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), el potencial de hidrógeno (pH), la temperatura, los sólidos solubles y la conductividad eléctrica. Los resultados comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del Ministerio del Ambiente (MINAM) revelaron que la DBO, el pH, la temperatura y los sólidos solubles se encuentran dentro de los límites permitidos para el consumo humano. No obstante, la conductividad eléctrica de 1304  $\mu\text{S}/\text{cm}$  supera el ECA máximo de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que sugiere la presencia de sales disueltas que podrían afectar la potabilidad del agua. Si bien la mayoría de los parámetros indican que el agua es apta para consumo, la alta conductividad eléctrica requiere un análisis más profundo para identificar y cuantificar los iones presentes y determinar con mayor precisión la calidad del agua para consumo humano.

Sandoval (2021), en su tesis "Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla", evaluó la calidad del agua de 5 pozos. Los resultados indican que la temperatura media del agua es de 17.82 °C, aceptable. La conductividad eléctrica es de 5270  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , superando el límite máximo permitido de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que sugiere la presencia de sales disueltas. Los sólidos disueltos totales son de 682.51 mg/l, dentro del rango aceptable. La turbidez es de 1.34 UNT, dentro del rango aceptable. En cuanto a los parámetros químicos, el pH es de 7.62

unidades, aceptable para consumo humano. Los sulfatos son de 43.65 mg/l, dentro del límite permitido. Los nitratos son de 37.45 mg/l, dentro del límite permitido. La aspereza es de 134.19 mg/l, dentro del límite permitido. Los cloruros son de 289.35 mg/l, dentro del límite permitido. Sin embargo, en los parámetros bacteriológicos se encontraron excesos: los coliformes totales tienen una media de 109.60 UFC/100 ml, superando el límite máximo de 100 UFC/100 ml. No se detectaron coliformes termotolerantes en ninguna de las muestras. En general, los parámetros físicos del agua son aptos para consumo humano, a excepción de la conductividad eléctrica. En cambio, los parámetros bacteriológicos presentan un problema por la presencia de coliformes totales por encima del límite permitido

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

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

Evaluar si la calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, es apta para el consumo humano.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Determinar si los valores de los parámetros físicos, químicos de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno cumplen con Límites Máximos Permisibles.
- Determinar si los valores de los parámetros microbiológicos de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno cumplen con Límites Máximos Permisibles.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. EL AGUA.

El agua, como bien lo señala Auge (2007), es un elemento indispensable para la existencia de vida en nuestro planeta. Tanto animales como plantas dependen de este recurso para combinarse con los minerales que absorben, convirtiéndolo en el tesoro máspreciado de la Tierra. No obstante, Fernández (2019) advierte que, a pesar de su capacidad de renovación, el agua es un recurso finito que tarde o temprano se agotará. Su composición química, representada por la fórmula H<sub>2</sub>O (dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno), la convierte en una sustancia primordial para la vida, tal como lo afirman Carbajal y Ganzáles (2012), las propiedades únicas del agua permiten su aprovechamiento en beneficio del funcionamiento de los ecosistemas y el desarrollo de la vida en el planeta. Es crucial reconocer la importancia de este recurso vital y tomar medidas para su uso responsable y sostenible, garantizando su disponibilidad para las generaciones futuras.

##### 2.1.2. LAS FUENTES DE AGUA.

Según Vieira (2002), el agua subterránea, los manantiales y los ojos de agua en zonas rurales pueden considerarse como "afloramientos naturales de la capa freática". Esta categorización, sin embargo, depende del tipo de análisis que se realice y de la superficie evaluada.

#### **Aguas subterráneas**

Según Vélez et al. (2011), el agua subterránea se origina a partir de la acumulación de agua en los espacios vacíos entre las rocas del subsuelo. Estos espacios, denominados acuíferos, se forman por procesos geológicos y pueden tener una composición química particular debido a la interacción con el material rocoso y los microorganismos presentes en el acuífero. Ramsar (2010), por su parte, define el agua subterránea como aquella que se encuentra almacenada en las rocas permeables del subsuelo, como la caliza, la grava y la arena. Estas rocas permiten el flujo y almacenamiento del agua, a diferencia de otras rocas impermeables que impiden su paso.

### **Aguas superficiales**

Según Pérez (2011), las aguas superficiales reciben este nombre debido a su ubicación en la superficie terrestre, donde se abastecen naturalmente a través de diversos mecanismos. Su lugar de proveniencia son los siguientes: la lluvia, ríos, embalses, arroyos y grandes reservas como los lagos. En la actualidad, las aguas superficiales representan una fuente vital para el consumo humano, la agricultura, la industria y la generación de energía. Sin embargo, este valioso recurso se encuentra bajo constante amenaza debido a la contaminación ambiental. Las actividades humanas, como la agricultura intensiva, la descarga de aguas residuales sin tratamiento y la deforestación, contribuyen a la degradación de la calidad del agua superficial.

#### **2.1.3. LAS PROPIEDADES DEL AGUA.**

##### **Propiedades Físicas.**

López et al. (2005) nos presentan algunas de las propiedades más importantes del agua, como su densidad de 1 g/cm<sup>3</sup> y sus puntos de fusión (0°C) y ebullición (100°C). Estas propiedades físicas definen el comportamiento del agua en diferentes condiciones y son esenciales para comprender su uso en diversos procesos.

Barrenechea (2004), por otro lado, nos ofrece una perspectiva más sensorial de las propiedades del agua. Afirma que estas propiedades pueden ser percibidas por nuestros sentidos, como el olfato (inodoro), la vista (transparente), el gusto (insípido) y el tacto (líquido).

## **Propiedades Químicas.**

Las propiedades químicas del agua han sido objeto de estudio por parte de diversos autores. Fuentes y Amábile (2013) se centran en la hidrosolubilidad, una propiedad a nivel molecular que depende de la estructura de sus iones y que influye en su comportamiento intracelular o extracelular. Por otro lado, Félez (2009) destaca la propiedad del agua como disolvente universal, gracias a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con otras moléculas, permitiendo la disolución de diversas sustancias a nivel molecular. La hidrosolubilidad explica el comportamiento molecular del agua, mientras que la propiedad de disolvente universal resalta su importancia en diversos procesos químicos y biológicos.

### **2.1.4. LOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA.**

#### **Indicadores Físicos.**

Según Samboni (2007), menciona el fascinante mundo del agua, donde sus propiedades físicas actúan como un lenguaje que nos revela su esencia. El sabor, el color, la temperatura, el olor y la turbidez del agua son como palabras que, al ser interpretadas a través de parámetros físicos, químicos y biológicos, nos brindan información valiosa sobre su naturaleza, su contaminación y las posibles causas de esta.

#### **Indicadores Químicos.**

Sanchez (2015) resalta el papel fundamental de los indicadores químicos en la evaluación de la calidad del agua. Estos indicadores, como la dureza, los nitratos, los fluoruros y el pH, sirven como herramientas valiosas para identificar y cuantificar los agentes contaminantes presentes en el agua. Al analizar estos parámetros químicos, podemos obtener una comprensión profunda del impacto potencial de estos contaminantes en la calidad del agua y su aptitud para diversos usos.

#### **Indicadores Bacteriológicos.**

Hernández (2022), indica que son herramientas específicas para cada grupo de coliformes que se busca analizar. Esta alternativa ofrece mayor rapidez y eficiencia en la detección de bacterias, como la prueba de coliformes fecales para identificar este grupo

específico. En definitiva, Hernández (2022) presenta una solución viable para optimizar la detección de bacterias en agua, con el uso de indicadores bacteriológicos adecuados para cada caso, previa consulta con un especialista en microbiología.

### **2.1.5. ORGANISMOS MUNDIALES Y NACIONALES DEL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA.**

#### **OMS: Organización Mundial de la Salud.**

La OMS considera que el agua, en particular el agua dulce, es un recurso vital para la humanidad. Si bien el agua cubre gran parte de la superficie terrestre, el agua dulce representa solo una pequeña fracción de la misma. Por ello, la OMS aboga por su cuidado y preservación, tanto en términos de calidad como de cantidad. El agua dulce es esencial para el consumo humano, el cultivo de alimentos, el riego y la recreación. Sin embargo, la falta de cuidado y la contaminación por agentes físicos, químicos y biológicos pueden poner en riesgo la salud de las personas.

#### **ISO: Organización Internacional de Normalización.**

La Norma Internacional ISO 24510:2007, publicada en el año 2007, establece los criterios para evaluar y mejorar la calidad del servicio de agua potable y alcantarillado, tanto para la salud pública como para el desempeño de las instituciones prestadoras del servicio. Esta norma abarca aspectos como la calidad del agua potable, el tratamiento de aguas residuales, la atención al usuario, la gestión de la infraestructura y la eficiencia operativa.

#### **ANA : Autoridad Nacional del Agua.**

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) se destaca como la entidad rectora en la gestión de los recursos hídricos en Perú. Entre sus funciones primordiales, durante el año 2023, se encuentra la elaboración de planes anuales para el aprovechamiento del agua en zonas rurales. Estos planes, cuidadosamente elaborados, consideran las necesidades y derechos de las comunidades nativas y campesinas, enmarcados en las normativas establecidas por el Consejo de Recursos Hídricos. De esta manera, la ANA garantiza el acceso equitativo y sostenible al agua para estas poblaciones, promoviendo su desarrollo y bienestar a través de un uso responsable de este vital recurso.

### **2.1.6. LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES**

El Ministerio del Ambiente, en su rol como entidad rectora a nivel nacional, establece límites para las concentraciones de parámetros químicos, físicos y biológicos en el agua, tomando en cuenta su origen. Estos límites, basados en evidencia científica, buscan proteger la salud humana y el medio ambiente. Superar estos valores establecidos puede ocasionar daños considerables a ambos. El MINAM actúa como guardián del agua, estableciendo normas para garantizar que este recurso vital se mantenga dentro de parámetros seguros para el consumo humano y la preservación del ecosistema.

### **2.1.7. LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL.**

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) del 2017 establecen los límites máximos permisibles de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos que pueden estar presentes en el aire, suelo o agua. Estos límites se fijan para proteger la salud de las personas y el medio ambiente, ya que una exposición excesiva a estos contaminantes pueden provocar daños a través de la ingesta o el contacto.

### **2.1.8. EL MUESTREO DEL AGUA.**

El muestreo de agua, como lo describe Auge en 2007, consiste en la extracción de porciones representativas del agua para su posterior análisis químico. Este proceso se realiza utilizando recipientes específicos, como botellas de plástico de doble tapa con una capacidad común de 1 litro. La muestra obtenida se envía a un laboratorio para su análisis, donde se determinan diversos parámetros fisicoquímicos.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

**El agua.** Es un elemento indispensable para la existencia de vida en nuestro planeta. Tanto animales como plantas dependen de este recurso para combinarse con los minerales que absorben, convirtiéndolo en el tesoro más preciado de la Tierra (Auge,2007).

**Aguas subterráneas.** El agua subterránea se origina a partir de la acumulación de agua en los espacios vacíos entre las rocas del subsuelo (Vélez et al.,2011).

**Parámetros físicos del agua.** Son: color, temperatura, sólidos, conductividad, Ph. y turbidez (Félez,2009).

**Parámetros químicos del agua.** Son nitratos, Fósforo, sulfatos y carbonatos.

**Parámetros bacteriológicos del agua.** De acuerdo a Flores (2016), los principales son: Coliformes totales y coliformes termotolerantes (Fuentes y Amábile,2013).

**Los Límites Máximos Permisibles.** El Ministerio del Ambiente, en su rol como entidad rectora a nivel nacional, establece límites para las concentraciones de parámetros químicos, físicos y biológicos en el agua, tomando en cuenta su origen (MINAM. 2018). Estos límites, basados en evidencia científica, buscan proteger la salud humana y el medio ambiente

### **2.3. MARCO NORMATIVO**

#### **Constitución Política del Perú.**

La Constitución Política del Perú, en su artículo 2, numeral 22, garantiza el derecho fundamental de toda persona a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para su desarrollo, reconociendo la estrecha relación entre un medio ambiente sano y la vida, la salud, el bienestar, el desarrollo y la paz de las personas. Este derecho nos obliga a todos a cuidar el medio ambiente y a exigir a las autoridades que tomen medidas para protegerlo.

#### **Ley General del Ambiente.**

En el Congreso de la República durante el 2012 se enfatizó la importancia del saneamiento básico, instando a todas las autoridades públicas a priorizarlo en todos los niveles. Se destacó la necesidad de una infraestructura adecuada que permita un manejo y gestión óptima del agua potable, de lluvia y del subsuelo, buscando garantizar el acceso a este servicio esencial para la salud y el bienestar de la población.

#### **Ley N° 26842.- Ley General de la Salud**

La Ley N° 26842 del Ministerio de Salud (MINSa) en su Artículo 107° establece que la Autoridad de Salud tiene la responsabilidad de regular y supervisar el abastecimiento de agua, el reuso de aguas servidas, el alcantarillado, la disposición de excretas y la gestión

de residuos sólidos. Estas medidas buscan garantizar la salud pública y proteger el medio ambiente, controlando las emanaciones derivadas de estas actividades.

#### **D.S. N° 031- 2010- SA.- Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano.**

Busca asegurar la calidad del agua para el consumo humano y, en consecuencia, proteger la salud de la población. Para ello, se establecen diversos lineamientos que regulan la potabilización, distribución y control del agua destinada al consumo humano. La implementación efectiva de estas medidas es crucial para garantizar el acceso a agua potable segura para todas las personas.

#### **Organismos Reguladores (Superintendencia Nacional de Saneamiento)**

La SUNASS, organismo público peruano autónomo creado en 1992, regula, supervisa y fiscaliza los servicios de agua potable y alcantarillado a nivel nacional. Normando la calidad de estos servicios a través de reglamentos, fijando tarifas, verificando su cumplimiento y sancionando a las empresas infractoras. La SUNASS busca garantizar servicios de calidad, eficientes y sostenibles para el bienestar de la población y el desarrollo del país.

#### **D.S. N° 004- 2017- MINAM. - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua.**

El Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Ambiente (MINAM), publicado en el año 2017, establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua en el Perú. Estos ECA fijan los límites máximos permisibles para la concentración de diversos elementos, sustancias y parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua. El objetivo es proteger la salud de las personas y el medio ambiente de los posibles riesgos asociados a la contaminación del agua.

#### **Ley de los Recursos Hídricos: Ley N° 29338.**

La Ley de Recursos Hídricos N° 29338 establece el marco legal para la gestión y uso sostenible del agua en el Perú. Abarca tanto las aguas continentales, superficiales y subterráneas, como los bienes asociados a ellas, extendiéndose su aplicación al agua del mar y de la atmósfera en lo que resulte pertinente.

## **2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.**

La calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no es apta para el consumo humano.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.**

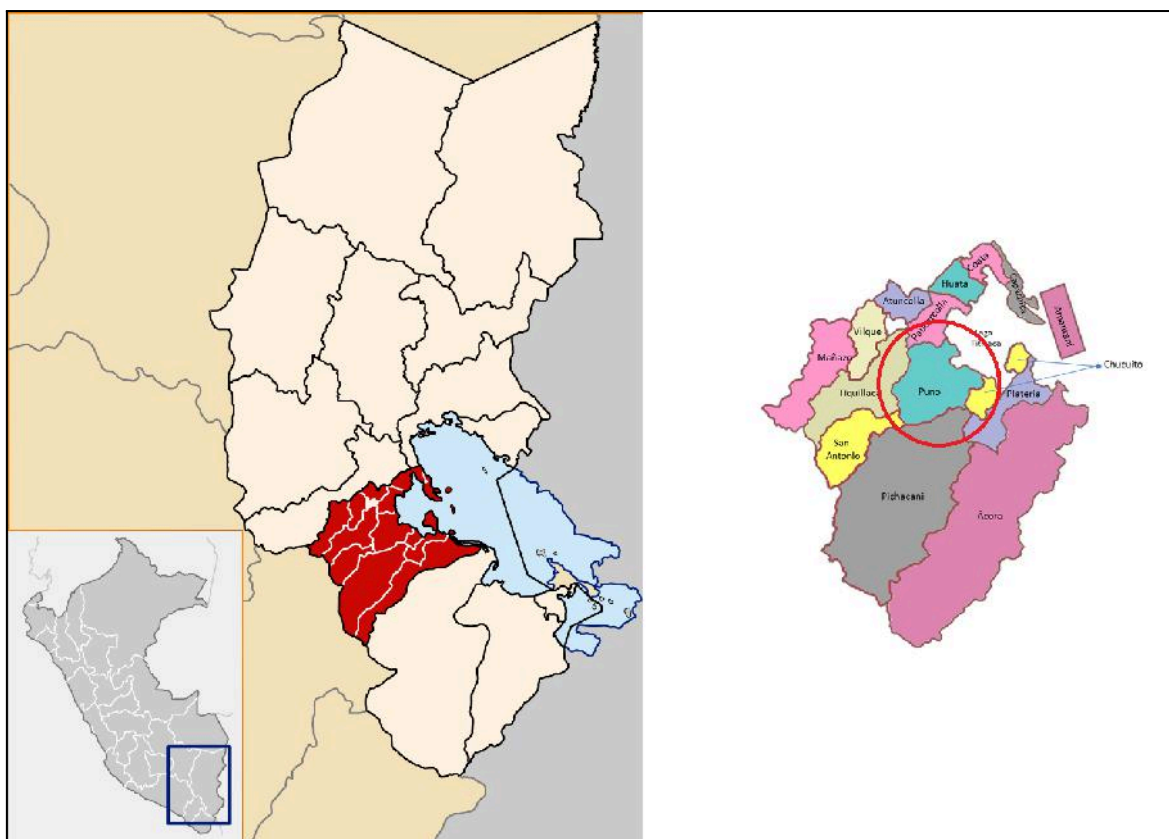
- Los valores de los parámetros físicos, químicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no cumplen con los límites máximos permisibles.
- Los valores de los parámetros microbiológicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no cumplen con los límites máximos permisibles.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

Nuestra zona de estudio se encuentra ubicada en Puno, una ciudad enclavada en las elevadas montañas del sureste peruano, se erige como la capital del distrito, provincia y departamento homónimos. Ubicada entre las coordenadas geográficas 15°50'15"S 70°01'18"O, su extensión abarca desde el centro poblado de Uros Chulluni al noreste, la zona urbana de Paucarcolla al norte, la urbanización Totorani al noroeste (carretera a Arequipa) y se extiende hasta Ichu al sur y la comunidad "Mi Perú" al suroeste (carretera a Moquegua). Asentada en una superficie ligeramente ondulada, la ciudad se encuentra rodeada por cerros, con su parte alta presentando una superficie semiplana. Oscilando entre los 3,810 y 4,050 metros sobre el nivel del mar, Puno se erige como una de las ciudades más elevadas del Perú y del mundo.



**Figura 01:** Ubicación del Distrito de Puno en el departamento de Puno.

**Fuente:** Extraído de Wikipedia.org.

En este distrito se encuentra ubicado el Centro Poblado de Pucarlaya. Pues precisamente la investigación se ha realizado en el sector Chanchullo, tal como se puede apreciar en la figura 02.



**Figura 02:** Ubicación del CP Pucarlaya en el mapa del distrito de Puno.

### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

#### 3.2.1. POBLACIÓN

Para este estudio, la población relevante ha sido el agua de los 03 pozos que abastecen de agua potable al centro poblado de Pucarlaya.

#### 3.2.2. MUESTRA

Para obtener la muestra, se ha realizado un muestreo intencional, es decir se han elegido 3 pozos de agua de manera intencional y de cada pozo se ha extraído el agua en cantidad de 0.5 litros, lo que se convierte en nuestra muestra. La ubicación de los pozos los mostramos a continuación:



**Figura 03:** Ubicación de los 3 pozos en el sector Chachuyo del C.P. Pucarlaya.

**Tabla 01:** Descripción del punto donde se ha tomado la muestra.

<b>N°</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>
1	M1	ZONA 19S ESTE: 396247.40 NORTE: 8243238.90
2	M2	ZONA 19S ESTE: 396247.40 NORTE: 8243238.90
3	M3	ZONA 19S ESTE: 396363.70 NORTE: 8243047.10

Cada muestra estuvo conformada por **0.5 litros** de agua.

### **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

#### **3.3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.**

Debido a que los resultados obtenidos han sido valores numéricos que se han comparado con los Límites Máximos Permitidos para el agua, éste estudio adopta un enfoque cuantitativo.

#### **3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Este estudio tiene un enfoque descriptivo, ya que, según Hernández et al. (2018), los estudios de este tipo se enfocan en detallar las cualidades, rasgos y perfiles de los elementos observados, como individuos, grupos, comunidades, procesos, eventos o actividades que puedan ser analizados.

#### **3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño es No experimental, pues además, la investigación de éste tipo puede ser descriptiva, como señalan Hernández et al. (2018). En este caso, el objetivo ha sido describir las características, propiedades y perfiles de personas, grupos, comunidades,

procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis. Pues no se ha buscado controlar ni manipular variables, sino simplemente observar y reportar lo que ocurre.

#### **3.3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Es deductivo - cuantitativo, éste tipo de estudios cuantitativos suele partir de un marco teórico previo, a partir del cual se formulan hipótesis que luego se someten a verificación empírica. La recolección de datos se realizó de manera sistemática y estructurada, utilizando instrumentos o técnicas que permitieron cuantificar y medir las variables de interés. Posteriormente, se aplicaron diversos análisis estadísticos para determinar la relación entre las variables y comprobar si las hipótesis planteadas se confirman o rechazan.

#### **3.3.5. MATERIALES**

##### **Materiales de campo.**

- Herramienta de escritura.
- Superficie de trabajo.
- Mapas y planos.
- Cuaderno para anotaciones.
- Guantes para un solo uso.
- Libreta de notas.
- Protección facial.
- Máscara médica.

##### **Equipos e instrumentos.**

- GPS.
- Cámara fotográfica
- Computadora laptop

##### **Materiales de laboratorio.**

- Recipientes para procesos de digestión
- Pipeta graduada

- Pipetas de transferencia
- Dispensador de agua purificada
- Matraces aforados de 100 mL
- Crisoles de porcelana
- Soporte con pinzas para sujetar pipetas
- Goteros
- Matraces Erlenmeyer
- Tubos de ensayo de 22x175mm con capacidad de 10.0 mL
- Tubos de ensayo de 16x150mm con capacidad de 10.0 mL
- Cajas de Petri
- Tubos de ensayo de 13x100mm.

### **3.3.6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.**

- **Muestreo del Agua.**

Nos hemos centrado en manipular y recopilar las muestras de manera apropiada, siguiendo las pautas establecidas en el Protocolo Nacional de Calidad de los Recursos Hídricos, emitido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

- **Ejecución del Programa de campo:**

Primero ha sido necesario asegurarse de contar con todo el material requerido para la toma de muestras. Para ello, se ha revisado la lista de verificación (check list) y se ha confirmado que se tienen todos los implementos necesarios antes de salir al campo.

- **Recopilación de Información.**

Ubicados en el lugar de la toma de muestras, primero se ha examinado el área de manera preliminar y luego se procedió de acuerdo a la siguiente secuencia:

- Se registraron las coordenadas del punto de muestreo y se registró el sistema de referencia correspondiente.
- Se prepararon cuidadosamente los recipientes que se utilizaron, de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar. Todos los recipientes se etiquetaron adecuadamente

en la etapa previa. Los recipientes se transportaron en contenedores para evitar contaminación o calentamiento.

- Las muestras se almacenaron verticalmente en un recipiente térmico (cooler), asegurándose de que los recipientes se encuentren en buen estado para evitar roturas.
- Una vez finalizada la campaña de muestreo, las muestras se llevaron al laboratorio debidamente refrigeradas con Ice pack, junto con la cadena de custodia.
- **Toma de muestras por parámetros**

Es importante tener en cuenta que la elección del tipo de botella se ha realizado dependiendo de los parámetros específicos que se han analizado: plástico para el caso de los físico químicos y vidrio para los compuestos orgánicos, las botellas de vidrio serán más adecuadas.

Las muestras se han enviado al Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA - Puno.

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 02:** Identificación de las variables.

VARIABLE	INDICADOR	ÍNDICE	
		Parametros Fisicos	
	Color		
	Temperatura	°c	
	Sólidos	mg/l	
	Conductividad	Us/cm	
	ph	unidad	
	Turbidez	ml	
Independiente	Parámetros físicos, químicos y microbiológicos.	Parámetros Químicos	
		Nitrógeno	mg/l
		Fósforo	mg/l
		Parámetros Bacteriológicos	
	Coliformes		
	totales	ufc/100ml	
	Coliformes		
	Termotolerante		
	s	ufc/100ml	
Dependiente	Calidad de Agua para consumo humano, según D.S. N° 031-2010-SA	Cumplimiento	SI/NO

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

El método estadístico de la presente investigación ha utilizado las ecuaciones y fórmulas establecidas por la estadística descriptiva, así pues se utilizó:

- La media aritmética.

$$\bar{x} = PM1 + PM2 + PM3$$

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

- Valor Máximo.

Es el valor numérico máximo del conjunto de datos obtenido de los valores de las muestras por parámetro.

- Valor Mínimo.

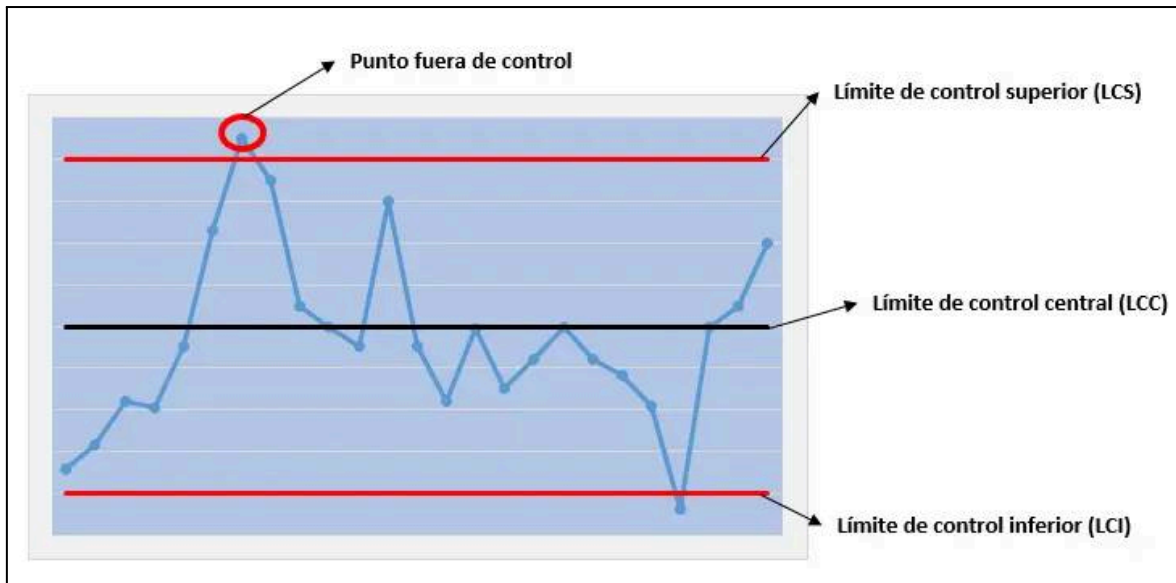
Es el valor numérico mínimo del conjunto de datos obtenido de los valores de las muestras por parámetro.

Con los valores obtenidos se ha construido una tabla que nos permitió ver en resumen los promedios de los valores de los parámetros físico químicos y microbiológicos

#### **Metodología de Comparación de Datos:**

Los resultados anteriores se han comparado con los valores establecidos en los Límites Máximos Permisibles del Reglamento de la Calidad de agua para consumo humano del DS 031-2010-SA. Para una mejor interpretación y entendimiento del comportamiento de los datos, se ha utilizado una herramienta de análisis de datos donde se diagrama los valores del producto de una medición de una característica de calidad.

Los gráficos de control representan la evolución de una característica de calidad cuya variabilidad se requiere controlar (en el eje de ordenadas), en función de las unidades de producto controladas (en eje de abscisas). De acuerdo con la naturaleza de la característica de calidad se distinguen tres tipos de gráficos: por variables, por atributos y por número de defectos. (Cuatrecasas, 2011, p. 323).



**Figura 04.** Gráficos de Control.

En nuestro caso:

**EI LCS.** Los valores del LMP matemáticamente son valores máximos, por ende el LCS asumirá éste valor dependiendo del parámetro medido.

**EI LCC.** Es el valor promedio obtenido que resulta de calcular la media aritmética de los cuatro valores de cada uno de los parámetros.

**EI LCI.** Debido a que los valores de los LMP no asumen valores negativos, el valor asumido para el control en algunos casos serán los inferiores del LMP o simplemente no se consideran.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

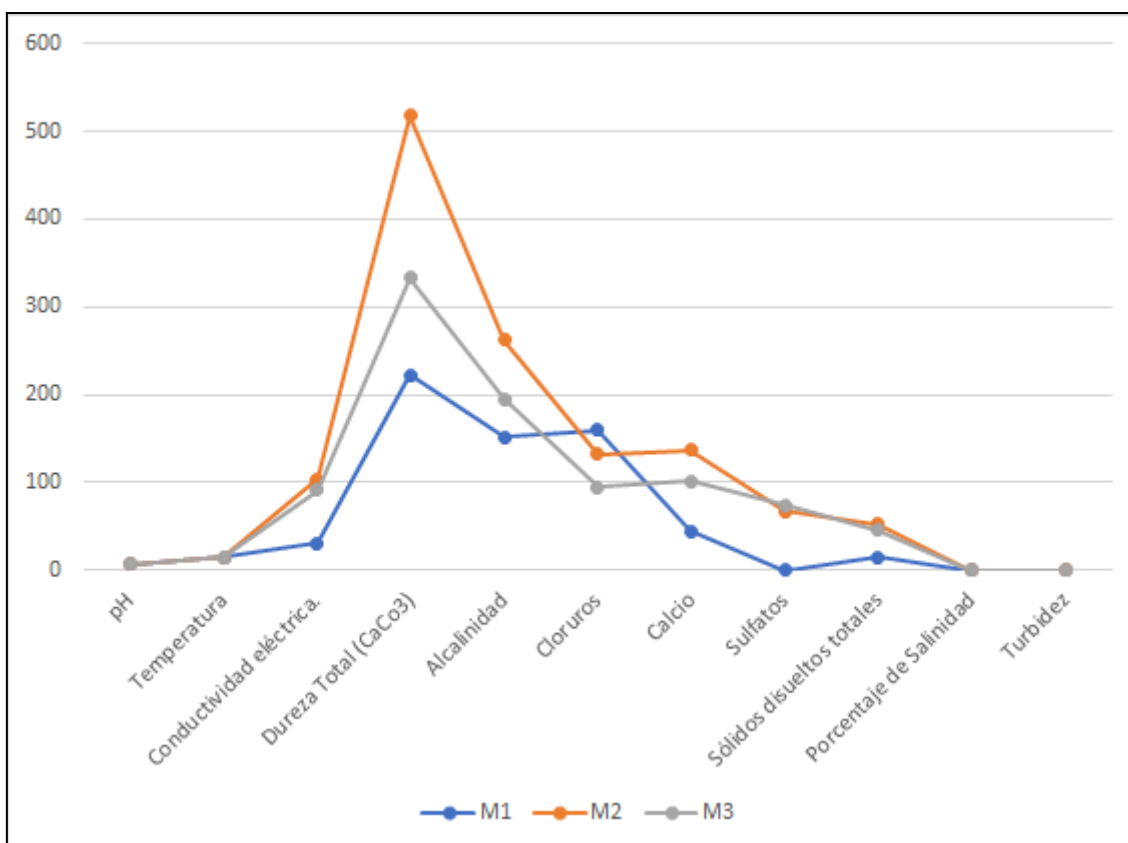
#### 4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL CUMPLIMIENTO DEL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.

De acuerdo al primer objetivo específico se ha determinado si los valores de los parámetros físicos, químicos de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno cumplen con Límites Máximos Permisibles, de acuerdo al Decreto Supremo N° 031-2010-SA, dicha información ha sido obtenida de los análisis de laboratorio respectivos a los cuales se han sometido las 03 muestras (ver anexos 01,02 y 03).

#### 4.1.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.

**Tabla 03.** Resultados de los parámetros fisicoquímicos de los 03 pozos del centro poblado de Pucarlaya.

<b>Parametros Fisicos Quimicos</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROMEDIO</b>
pH	Unidad	6.59	7.16	6.84	<b>6.86</b>
Temperatura	°C	15	15	15	<b>15.00</b>
Conductividad eléctrica.	uS/cm	30.8	104.3	90.8	<b>75.30</b>
Dureza Total (CaCo3)	mg/L	222.8	517.16	333.56	<b>357.84</b>
Alcalinidad	mg/L	152.28	262.26	194.58	<b>203.04</b>
Cloruros	mg/L	159.95	132.16	94.77	<b>128.96</b>
Calcio	mg/L	44.09	137.15	102.12	<b>94.45</b>
Sulfatos	mg/L	0.15	67.6	74.5	<b>47.42</b>
Sólidos disueltos totales	mg/L	15.4	52.1	45.4	<b>37.63</b>
Porcentaje de Salinidad	%	0	0.1	0	<b>0.03</b>
Turbidez	NTU	0.15	0.09	0.05	<b>0.10</b>



**Figura 05:** Comparación de los parámetros físico químicos de los 03 pozos del centro poblado de Pucarlaya.

Como puede apreciarse en la figura 05, vemos que hay un comportamiento casi uniforme en los valores de los parámetros físico químicos de los 03 pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya, así vemos que en general la muestra 01 (línea azul) es el pozo que los valores de sus parámetros son más bajos, le sigue la muestra del pozo 03 (M3) y con los valores más altos en general es el pozo 02 (M2), siendo uno de los valores más altos correspondiente a la alcalinidad con 262.26 mg/L; así mismo debemos mencionar que los valores de las diferentes muestras son diferentes, salvo que coincide en parámetro temperatura igual a 15 °C.

#### 4.1.2. COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DE LOS 03 POZOS CON EL REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO ESTABLECIDO EN EL DS. 031-2010-SA.

**Tabla 04:** Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA.

Parametros Fisicos Quimicos	VALORES	LMP	CUMPLIMIENTO
pH	6.86	6.5 - 8.5	SI
Temperatura	15.00	NC	SI
Conductividad eléctrica.	75.30	1500	SI
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	357.84	500	SI
Alcalinidad	203.04	NC	SI
Cloruros	128.96	250	SI
Calcio	94.45	NC	SI
Sulfatos	47.42	250	SI
Sólidos disueltos totales	37.63	1000	SI
Porcentaje de Salinidad	0.03	NC	SI
Turbidez	0.10	5	SI

Como puede apreciarse en la tabla 05, absolutamente todos los parámetros analizados cumplen con la normatividad establecidas en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, por lo que podemos concluir que el agua es de calidad por lo menos a nivel de parámetros físico químicos.

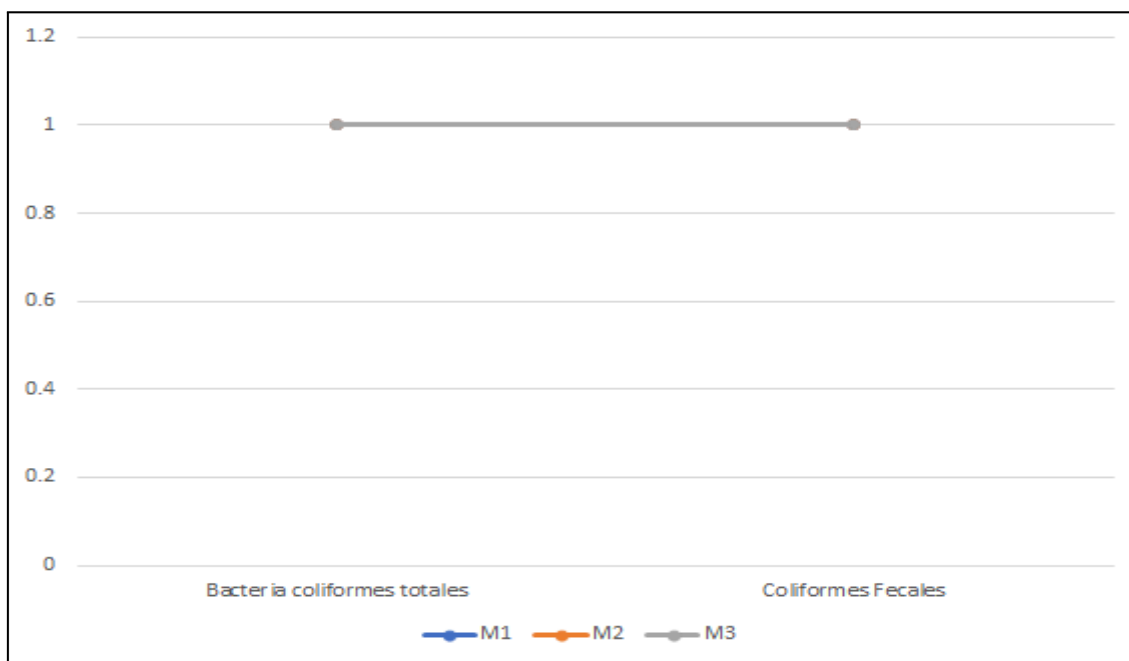
#### 4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL CUMPLIMIENTO DEL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.

De acuerdo al segundo objetivo específico se ha determinado si los valores de los parámetros microbiológicos de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno cumplen con Límites Máximos Permisibles, de acuerdo al Decreto Supremo N° 031-2010-SA, dicha información ha sido obtenida de los análisis de laboratorio respectivos a los cuales se han sometido las 03 muestras (ver anexos 01,02 y 03).

##### 4.2.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.

**Tabla 05.** Resultados de los parámetros microbiológicos de los 03 pozos del centro poblado de Pucarlaya.

Parámetros microbiológicos	UNIDAD	M1	M2	M3	PROMEDIO
Bacteria coliformes totales	UFC/100ml	<1	<1	<1	<1.00
Coliformes Fecales	UFC/100ml	<1	<1	<1	<1.00



**Figura 06:** Comparación de los parámetros microbiológicos de los 03 pozos del centro poblado de Pucarlaya.

Como puede apreciarse en la figura 06, y también de acuerdo a los valores de la tabla 03, en el caso de las 03 muestras todos los valores son igual a <1, esto significa que hay menos de 1 unidad formadora de colonias por 100 mililitros en todos los pozos, lo cual permite concluir que el valor de los parámetros microbiológicos en los tres pozos son iguales.

#### **4.2.2. COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LOS 03 POZOS CON EL REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO ESTABLECIDO EN EL DS. 031-2010-SA.**

**Tabla 06:** Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA.

<b>Parametros Fisicos Quimicos</b>	<b>VALORES</b>	<b>LMP</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>
Bacteria coliformes totales	<b>&lt;1.00</b>	0	<b>NO</b>
Coliformes Fecales	<b>&lt;1.00</b>	0	<b>NO</b>

Como puede apreciarse en la tabla 05, ninguno de los 03 pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya cumple con el reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA; si bien el valor de <1 es el valor entero más bajo que se puede comparar la normatividad indica que éstos valores deben ser igual a 0; por lo que se concluye que el agua de los 03 pozos no son aptas para consumo humano.

#### **4.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.**

El estudio de Aguilar y Navarro (2018) ofrece un panorama positivo en cuanto a la calidad química del agua en la comunidad de Llañucancha. Los parámetros de pH, cloruros y dureza están dentro de los límites permisibles para el consumo humano según el D.S. 031-2010-SA., ambos resultados destacan diferentes aspectos de la calidad del agua. Mientras que Chanchuyo enfrenta problemas microbiológicos graves, Llañucancha muestra conformidad química pero requiere una evaluación más integral que incluya aspectos microbiológicos. Esto resalta la necesidad de un enfoque holístico en la gestión

de la calidad del agua, considerando tanto los parámetros químicos como los microbiológicos para garantizar la seguridad del agua para el consumo humano.

El estudio de Odicio et al. (2021) presenta un análisis más detallado de la calidad del agua en la laguna de Yarinacocha, destacando variaciones tanto fisicoquímicas como biológicas entre diferentes puntos y profundidades de la laguna. En Chanchuyo, el problema principal es microbiológico, requiriendo intervenciones inmediatas para tratar el agua y proteger la salud pública. Por otro lado, el estudio en Yarinacocha destaca la variabilidad de la calidad del agua, lo que subraya la necesidad de un enfoque más detallado y continuo para comprender y gestionar las fuentes de contaminación.

El estudio de Sandoval (2021) analiza múltiples aspectos de la calidad del agua en pozos tubulares en Moro Paucarcolla. Aunque muchos parámetros físicos y químicos están dentro de los límites aceptables, se identifican problemas en la conductividad eléctrica y en la presencia de coliformes totales, ambos resultados ponen de manifiesto la importancia de considerar tanto los parámetros físicos y químicos como los microbiológicos para garantizar la seguridad del agua. Mientras que Chanchuyo enfrenta principalmente problemas microbiológicos, Moro Paucarcolla lidia con conductividad eléctrica elevada y contaminación bacteriológica

#### **4.4. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS.**

##### **4.4.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.**

La Hipótesis Nula:

$H_0$  = La calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, es apta para el consumo humano.

La Hipótesis Alterna:

$H_1$  = La calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no es apta para el consumo humano.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 04 y 06: sobre el cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA en los 3

pozos estudiados, se concluye que no se cumple con los Límites Máximos Permisibles del reglamento por lo que se **rechaza la  $H_0$**  y se acepta la  $H_1$ .

#### 4.4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.

La Hipótesis Nula:

$H_0$  = Los valores de los parámetros físicos, químicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, cumplen con los límites máximos permisibles.

La Hipótesis Alternativa:

$H_1$  = Los valores de los parámetros físicos, químicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no cumplen con los límites máximos permisibles.

Por los resultados obtenidos en la Tabla 04: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA., donde se aprecia que los 03 pozos si cumplen con los parámetros físicos, de tal forma que: se **rechaza la  $H_1$**  y se acepta la  $H_0$ .

#### 4.4.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.

La Hipótesis Nula:

$H_0$  = Los valores de los parámetros microbiológicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, cumplen con los límites máximos permisibles.

La Hipótesis Alternativa:

$H_1$  = Los valores de los parámetros microbiológicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no cumplen con los límites máximos permisibles.

Por los resultados obtenidos en la Tabla 06: Cumplimiento del reglamento de la calidad del agua para consumo humano del DS 031-2010-SA., donde se aprecia que en ninguno de los 3 pozos se cumple con los LMP, por lo que se **rechaza la  $H_0$**  y se acepta la  $H_1$ .

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no es apta para el consumo humano, si bien el agua analizadas cumple con los parámetros físico químicos, respecto a los parámetros microbiológicos no los cumple de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles del D.S. 031-2010-SA.

**SEGUNDA:** Los valores de los parámetros físicos, químicos de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno si cumplen con Límites Máximos Permisibles, siendo los valores promedio por parámetro los siguientes: pH igual a 6.86, Temperatura de 15 °C, Conductividad eléctrica de 75.30 uS/cm, Dureza Total de 357.84 mg/L, alcalinidad igual a 203.04 mg/L, Cloruros igual a 128.96 mg/L, Calcio 94.45 mg/L, Sulfatos 47.42 mg/L, Sólidos disueltos totales 37.63 mg/L, Porcentaje de Salinidad 0.03% y Turbidez con 0.10 NTU.

**TERCERA:** Los valores de los parámetros microbiológicos de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno no cumplen con Límites Máximos Permisibles, pues los valores promedio alcanzados en los pozos es de <1 UFC/100 ml para el parámetro: bacteria coliformes totales con para las coliformes Fecales, incumpliendo así la normatividad del D.S. 031-2010-SA.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** A la municipalidad del distrito de Puno quien debe de considerar la calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, pues deben intervenir en el caso del consumo directo del agua de los 3 pozos investigados por parte de los residentes, con el fin de prevenir problemas que podrían provocar enfermedades estomacales e intestinales.

**SEGUNDA:** A la autoridad responsable del suministro de agua potable en el distrito de Puno quien debe realizar un proceso de purificación del agua de los tres pozos. Este tratamiento no sería muy caro, ya que si bien el agua de estos pozos no cumple con todos los requisitos establecidos en el decreto supremo N° 03-2010-MINAM, los incumplimientos en términos de parámetros microbiológicos no serían demasiado difíciles de superar.

**TERCERA:** A los investigadores de líneas de investigación afines al control de aguas para consumo humano, se les presenta una gran oportunidad y desafío. Debido a que nuevas técnicas y metodologías están constantemente siendo evaluadas e implementadas, la innovación en esta área sería de gran aporte para mejorar la calidad y seguridad del agua potable.

## 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. *Universidad Tecnológica de los Andes*.  
<http://repositorio.utea.edu.pe/jspui/handle/utea/130>
- Alma Ata. (1978). *Salud para todos en el año 2000. En: Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud de Alma-Ata*.
- ANA. (2023). *Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos*.  
<https://www.gob.pe/ana>
- Atencio, H. (2018). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco- 2018* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carreón].  
<https://1library.co/document/qo3nnn0q-analisis-percepcion-poblacion-localidad-antonio-bolivar-provincia-region.html>
- Auge, M. (2007). *Agua Fuente de Vida* (Colección Azul y Verde de Minerales).
- Barrenechea, A. (2004). *ASPECTOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA* (Vol. 1).
- Bernex, N., Yakabi, K., & Zúñiga, Á. (s. f.). CAPITULO 3 APROVECHAMIENTO DEL AGUA. En *El Agua en el Perú: Situación y Perspectivas* (p. 41).  
<https://ciga.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/09/3.-CAPITULO-3.pdf>
- Carbajal, A., & González, M. (2012). *Agua para la salud: Pasado, presente y futuro. Propiedades y Funciones biológicas del agua*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Chico, J. A. (1977). *Manual de Pozos Rasos*. (Organización Mundial de la Salud).  
<https://www.ircwash.org/sites/default/files/212.0-77MA.pdf>
- Collazo, M., & Montaña, J. (2012). *Manual de Agua Subterránea. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca*.

[http://aquabook.agua.gob.ar/files/upload/contenidos/10\\_2/Manual-de-agua-subterranea-Uruguay.pdf](http://aquabook.agua.gob.ar/files/upload/contenidos/10_2/Manual-de-agua-subterranea-Uruguay.pdf)

Cordero, M. de L., & Ullauri, P. N. (2011). *Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (FGAS), 2 filtros lentos de arena (FLA), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento* [BachelorThesis]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/747>

Cuatrecasas Arbós, L. (2011). Organización de la producción y dirección de operaciones: Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva. Díaz de Santos.

El Congreso Constituyente Democrático. (1993). *CONSTITUCION POLITICA DEL PERU*. ENACAL. (2006). *ABC SOBRE EL RECURSO AGUA Y SU SITUACIÓN EN NICARAGUA*. <http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/ABCdelAgua2.pdf>

Félez Santafé, M. (2009). *Situación actual del estado de la depuración biológica. Explicación de los métodos y sus fundamentos*. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/6263>

Fernández, A. (2012). *El agua: Un recurso esencial*. (Vol. 11).

Fernández, V. (2019). Educación Ambiental y la Sensibilización en el Manejo Adecuado del Recurso Hídrico de los Estudiantes del Primer Año de Secundaria del Colegio 42021 Fortunato Zora Carbajal de la Ciudad de Tacna en el Año 2018. *Universidad Privada de Tacna*. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1216>

Fuentes, A. M., & Amábile-Cuevas, C. F. (2013). El agua en bioquímica y fisiología. *Acta Pediátrica de México*, 34(2), 86-95.

García, L., & Lannacone, J. (2014). PSEUDOMONAS AERUGINOSA UN INDICADOR COMPLEMENTARIO DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO A NIVEL DE SUDAMÉRICA. *The Biologist*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.24039/rbt2014121395>

- Gerónimo Mamani, W. (2021). Determinación de calidad fisicoquímica del agua en el manantial Aladino vía Mañazo – Puno 2020. *Universidad Privada San Carlos*.  
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./343>
- GRUPO AGUA. (2008). *Construyendo una cultura del agua en el Perú*.  
[https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/Construyendo\\_una\\_cultura.pdf](https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/Construyendo_una_cultura.pdf)
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- Hernández-Amasifuen, A. D., Cortez-Lázaro, A. A., Argüelles-Curaca, A., & Díaz-Pillasca, H. B. (2022). Callogénesis in vitro de durazno (*Prunus persica* L.) var. Huayco rojo a partir de explantes foliares. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(1), e2032-e2032.
- Herrera, J., & Castilla, J. (2012). *UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS DE SONDEOS EN CAPTACIONES DE AGUA* (Universidad Politécnica de Madrid).
- ISO 24510:2007(es). (2007). *Activities relating to drinking water and wastewater services*.  
<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:24510:ed-1:v1:es>
- López, M., Romano, E., & Triana, J. (2005). *EL AGUA*.  
<https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/253/1/495.pdf>
- Mamani E. N. (2012) Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterránea. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Calidad Ambiental. 12 p.
- Mendoza Fuentes, M. A. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú*.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12256>
- MINAM. (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua y Disposiciones Complementarias*. Ministerio del Ambiente.  
<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
- MINAM. (2018). *Ministerio del Ambiente—MINAM*. <https://www.gob.pe/minam>

- MINAM. (2023, mayo 12). *DS-004-2017-MINAM*.  
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- MINSA. (2021, mayo 13). *Ley N° 26842*.  
<https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/256661-26842>
- Monforte, G., & Cantú, P. (2015). *ESCENARIO DEL AGUA EN MÉXICO* (Cultura Científica y Tecnológica).  
<http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/356>
- Odicio, F., Soplin, A. M., & Julio, K. (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. *Universidad Nacional de Ucayali*.  
<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4836>
- Oleas Lara, B. F. (2018). *Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano en la Parroquia rural de Cubijés del Cantón Riobamba*. [BachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5709>
- OMS. (s. f.). *Agua para consumo humano*. Recuperado 24 de mayo de 2023, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Ordoñez, J.J (2011). *Cartilla Técnica: Aguas Subterráneas– Acuíferos*. Sociedad Geográfica de Lima. Lima. Perú. 41 p.
- Pérez, F. (2011). *Abastecimiento de Aguas TEMA 2: Captación de Aguas Superficiales y Subterráneas*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.  
[https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/12599/mod\\_resource/content/1/Tema%2002%20CAPT%20AGUAS%20SUP%20Y%20SUB.pdf](https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/12599/mod_resource/content/1/Tema%2002%20CAPT%20AGUAS%20SUP%20Y%20SUB.pdf)
- Ramsar, C. (2010). *El manejo de las aguas subterráneas* (4a edición, Vol. 11).  
<https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-11sp.pdf>
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. C. (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)

Sanches, D. (2015). *TEMA 11: Calidad del Agua y su Control* [UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA].

[https://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11\\_Calidad-agua-y-control\\_v2015\\_resumen.pdf](https://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11_Calidad-agua-y-control_v2015_resumen.pdf)

Sánchez, B. M., Franco, F. A., Pinedo, M. N., & Kucharsky, A. D. (2022). *Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico—Bolivia*. 10(4), 443-460.

Sandoval Condori, E. R. (2021). Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./243>

SUNASS (2004). *La Calidad de Agua Potable en el Perú*. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Lima –Perú.56p.

Turpo Condori, J. A. (2018). Evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua potable de la Planta de Tratamiento Aziruni, Puno 2017. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./355>

UNATSABAR. (2004). *MANUAL DE PERFORACIÓN MANUAL DE POZOS Y EQUIPAMIENTO CON BOMBAS MANUALES*. <https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%203%20Bombeo/Manual%20de%20perforaci%C3%B3n%20manual%20de%20pozos%20con%20bombas%20manuales.pdf>

Vélez, M., Ortiz, C., & Vargas, M. (2011). *Las Aguas Subterráneas Un Enfoque Práctico*. Imprenta Nacional.

<https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadas/Documents/Aguas-subterranas-enfoque-practico.PDF>

- Vieira, M. J. (2002). *Protección y captación de pequeñas fuentes de agua*.  
[http://sintet.net/images/biblioteca\\_digital/Manual%20de%20protecci%C3%B3n%20y%20captaci%C3%B3n%20de%20peque%C3%B1as%20fuentes%20de%20agua,%20MAG%20-%20CENTA%20-%20FAO,%20%20EI%20Salvador%202002..pdf](http://sintet.net/images/biblioteca_digital/Manual%20de%20protecci%C3%B3n%20y%20captaci%C3%B3n%20de%20peque%C3%B1as%20fuentes%20de%20agua,%20MAG%20-%20CENTA%20-%20FAO,%20%20EI%20Salvador%202002..pdf)
- Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 304-308.  
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Zegarra Butrón, A. T. (2018). Dispersión de Contaminantes Biológicos en las Aguas subterráneas de la zona sur de la ciudad de Juliaca—2017. *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1358>

## ANEXOS

**Anexo 01: Análisis de laboratorio para la muestra 01.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



---

FIQ Nro

Nº 002764

## Certificado de Análisis

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

---

**PROCEDENCIA** : JALLIHUAYA - PUNO  
**INTERESADO** : PABLO VICENTE PACCARI AMESQUITA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 20/05/2024, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 20/05/2024  
**COD. MUESTRA** : B009 - 000593

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

**ASPECTO** : Líquido  
**COLOR** : Incoloro  
**OLOR** : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH	:	6.59
Temperatura	:	15.00 °C
Conductividad Eléctrica	:	30.80 µS/cm

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Dureza Total como CaCO <sub>3</sub>	:	222.80 mg/L
Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>	:	152.28 mg/L
Cloruros como Cl <sup>-</sup>	:	159.95 mg/L
Calcio como Ca <sup>++</sup>	:	44.09 mg/L
Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	:	0.15 mg/L
Sólidos Totales Disueltos	:	15.40 mg/L
Porcentaje de salinidad	:	0.00 %
Turbidez	:	0.15 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

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

---

**INTERPRETACIÓN**

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. 28 de mayo del 2024.

✓B°



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 182393



Dr. Teófilo Donayes Flores  
DECANO DE LA F.I.Q.  
UNA - PUNO

---

Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química - Cel.: 951755420

**Anexo 02:** Análisis de laboratorio para la muestra 02.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



---

FIQ Nro

Nº 002767

## Certificado de Análisis

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

---

**PROCEDENCIA** : JALLIHUAYA - PUNO  
**INTERESADO** : PABLO VICENTE PACCARI AMESQUITA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 20/05/2024, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 20/05/2024  
**COD. MUESTRA** : B009 - 000593

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

**ASPECTO** : Líquido  
**COLOR** : Incoloro  
**OLOR** : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH	7.16	
Temperatura	15.00	°C
Conductividad Eléctrica	104.30	µS/cm

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Dureza Total como CaCO <sub>3</sub>	517.16	mg/L
Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>	262.26	mg/L
Cloruros como Cl <sup>-</sup>	132.16	mg/L
Calcio como Ca <sup>++</sup>	137.15	mg/L
Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	67.60	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	52.10	mg/L
Porcentaje de salinidad	0.1	%
Turbidez	0.09	NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

Bacterias coliformes totales	<1	UFC/100ml
Coliformes fecales	<1	UFC/100ml

---

**INTERPRETACIÓN**

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. 28 de mayo del 2024.

vºBº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 182393




Dr. Teófilo Domalres Flores  
DECANO DE LA F.I.Q.  
UNA - PUNO

---

Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química - Cel.: 951755420

**Anexo 03:** Análisis de laboratorio para la muestra 03.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**




---

FIQ Nro

N° 002768

## Certificado de Análisis

**ASUNTO:** Análisis Físico Químico y Microbiológico de AGUAS: Muestra 03

**PROCEDENCIA** : JALLIHUAYA - PUNO  
**INTERESADO** : PABLO VICENTE PACCARI AMESQUITA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 20/05/2024, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 20/05/2024  
**COD. MUESTRA** : B009 - 000593

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

**ASPECTO** : Líquido  
**COLOR** : Incoloro  
**OLOR** : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH	:	6.84	
Temperatura	:	15.00	°C
Conductividad Eléctrica	:	90.80	µS/cm

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Dureza Total como CaCO <sub>3</sub>	:	333.56	mg/L
Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub>	:	194.58	mg/L
Cloruros como Cl <sup>-</sup>	:	94.77	mg/L
Calcio como Ca <sup>++</sup>	:	102.12	mg/L
Sulfatos como SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	:	74.50	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	:	45.40	mg/L
Porcentaje de salinidad	:	0.0	%
Turbidez	:	0.05	NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

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

---

**INTERPRETACIÓN**

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. 28 de mayo del 2024.

VºBº



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



Dr. Donato Flores  
DECANO DE L.F.I.Q.  
UNA - PUNO

---

Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química - Cel.: 951755420

**Anexo 04:** Límites Máximos Permisibles del Reglamento de Calidad de Agua para consumo humano.

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

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

UFC = Unidad formadora de colonias

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

## LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

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

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

## 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. Niquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 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. Clordano (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

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

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

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

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

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

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{\text{LMP}_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{\text{LMP}_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodiclorometano}}}{\text{LMP}_{\text{Bromodiclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{\text{LMP}_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

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

**Anexo 05:** Galería fotográfica.



**Figura 06:** Toma de muestra del pozo 03.



**Figura 07:** Almacenamiento de la muestra del pozo 03.



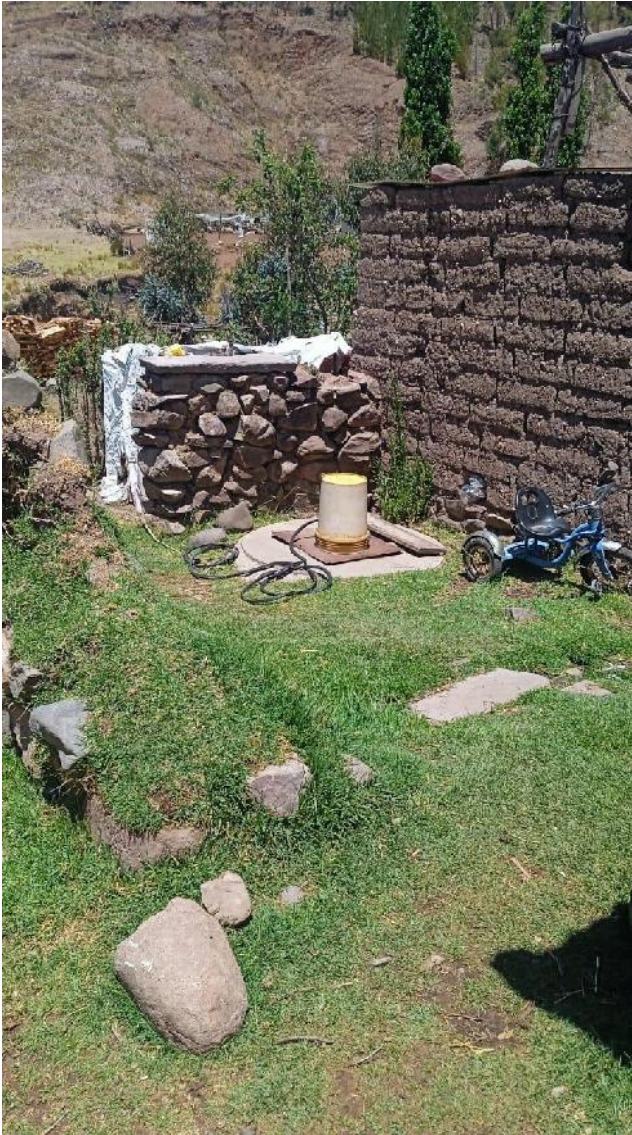
Figura 08: Toma de muestra del pozo 01.



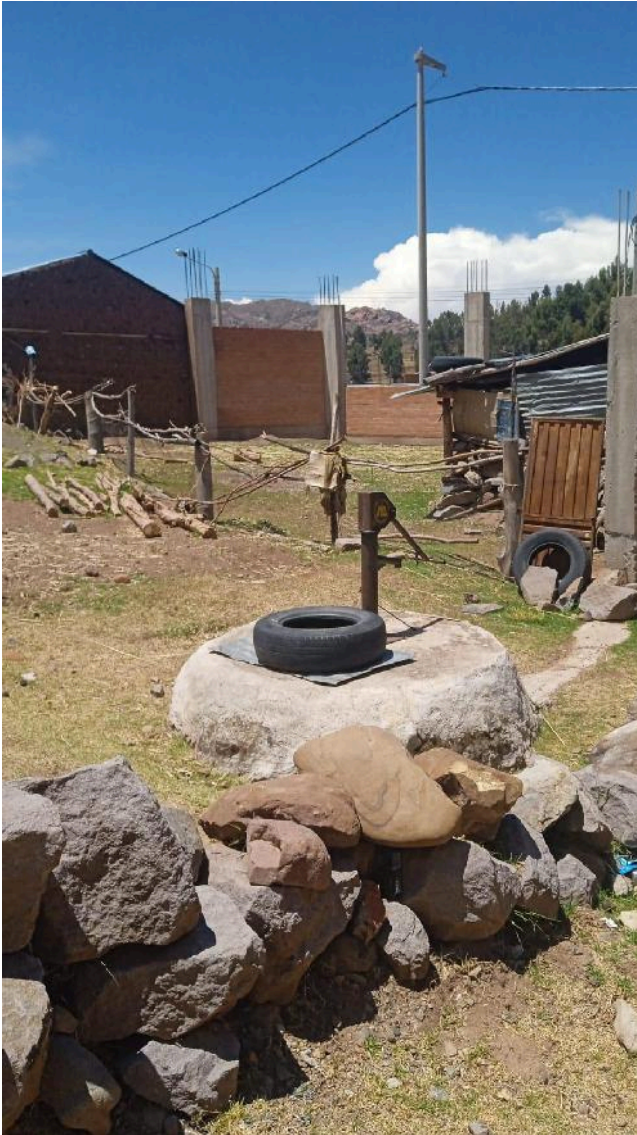
Figura 09: Traslado de la muestra del pozo 01.



**Figura 10:** Poblador realizando el sacado del agua del pozo.



**Figura 11:** Vista panorámica del pozo 01.



**Figura 12:** Vista panorámica del pozo 02.



**Figura 13:** Vista panorámica del pozo 03.

**Anexo 06:** Matriz de consistencia

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS POZOS DEL SECTOR CHACHUYO DEL CENTRO POBLADO DE PUCARLAYA, DISTRITO DE PUNO - 2024.**

PROBLEMA	OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESA MIENTO DE DATOS
	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS				
¿Cuál es la calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno - 2024?	Evaluar si la calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, es apta para el consumo humano.	La calidad del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no es apta para el consumo humano.	<b>VARIABLE INDEP.</b> Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	<b>Parámetros</b> pH Temperatura Conductividad eléctrica. Dureza Total (CaCo3) Alcalinidad Cloruros Calcio Sulfatos Sólidos disueltos totales Porcentaje de Salinidad Turbidez Parámetros Microbiológicos: Bacteria coliformes totales Coliformes Fecales Cumplimiento de los LMP del Reglamento de Agua para Consumo Humano.	-Análisis laboratorio - Protocolo de calidad de aguas.	Programas. - Microsoft Office Excel		
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLE DEP.</b> Calidad de agua.					
¿Cumplirán los valores de los parámetros físicos, químicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, con los límites Máximos Permisibles?	Determinar si los valores de los parámetros físicos, químicos de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno cumplen con Límites Máximos Permisibles.	Los valores de los parámetros físicos, químicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no cumplen con los límites máximos permisibles.						
¿Cumplirán los valores de los parámetros microbiológicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, con los límites Máximos Permisibles?	Determinar si los valores de los parámetros microbiológicos de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno cumplen con Límites Máximos Permisibles.	Los valores de los parámetros microbiológicos del agua de los pozos del sector Chanchuyo del centro poblado de Pucarlaya del distrito de Puno, no cumplen con los límites máximos permisibles.						