

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**CALIDAD DEL AGUA DE MANANTIALES EN LA URBANIZACIÓN VILLA**

**SANTA ROSA DE LA CIUDAD DE PUNO - 2024**

**PRESENTADA POR:**

**YHOEL NICOLAS FIGUEROA CHOQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



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/)



4.96%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 4 JUN 2024, 9:12 AM

### Similarity report

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

● IDENTICAL 1.04%      ● CHANGED TEXT 3.92%

## Report #21563541

YHOEL NICOLAS FIGUEROA CHOQUE CALIDAD DEL AGUA DE MANANTIALES EN LA URBANIZACIÓN VILLA SANTA ROSA DE LA CIUDAD DE PUNO - 2024 RESUMEN La urbanización Villa Santa Rosa se encuentra en una zona donde el acceso al agua de calidad es vital para los pobladores que la consumen. motivo suficiente para realizar el presente estudio con el objetivo de .Evaluar la calidad del agua de acuerdo a la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los manantiales de la urbanización Villa Santa Rosa en el Distrito de Puno 2024, en comparación a los LMP D.SN°031-2010-SA; para ello se recolectaron las muestras con tres repeticiones de dos manantiales de acuerdo al protocolo de muestreo, y enviadas al laboratorio debidamente identificadas. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos color incoloro turbidez (Cancharani: 4,37 NTU, Santa Rosa: 0,72 NTU), conductividad eléctrica (Cancharani: 238  $\mu$ S/cm, Santa Rosa: 168,66  $\mu$ S/cm), pH (Cancharani: 6,58, Santa Rosa: 6,30), cloruros (Cancharani: 1,36 meq/L, Santa Rosa: 2,43 meq/L), sulfatos (Cancharani: 0,25 meq/L, Santa Rosa: 0,62 meq/L), dureza total (Cancharani: 26,71 mg/L CaCO<sub>3</sub>, Santa Rosa: 16,67 mg/L CaCO<sub>3</sub>) nitratos (Cancharani: 0,63 meq/L, Santa Rosa: 0,70 meq/L) y los parámetros microbiológicos coliformes totales (4 UFC/100 mL) y termotolerantes (<1 UFC/100 mL) Concluyendo que: La calidad del agua de los manantiales Cancharani y Santa Rosa en la urbanización Villa Santa

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

**CALIDAD DEL AGUA DE MANANTIALES EN LA URBANIZACIÓN VILLA  
SANTA ROSA DE LA CIUDAD DE PUNO - 2024**

**PRESENTADA POR:**

**YHOEL NICOLAS FIGUEROA CHOQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

  
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA.

PRIMER MIEMBRO

:

  
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:

  
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Lineas de Investigacion: Ciencias Ambientales

Puno, 12 de junio del 2024.

## DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi fuente de inspiración en cada paso que doy.

A mis Docentes, por su sabiduría, paciencia y por compartir conmigo su conocimiento y experiencia.

A mi Familia y seres queridos, por su comprensión, ánimo y por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles.

A todos aquellos que, de una forma u otra, han contribuido a la realización de esta tesis, mi más sincero agradecimiento.

## AGRADECIMIENTOS

- Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de esta tesis.
- Agradezco a mi familia por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y por ser mi fuente constante de motivación.
- A mis profesores y tutores, por su orientación, sabiduría y paciencia a lo largo de este proceso de investigación.
- A mis amigos y compañeros, por su ánimo, comprensión y por compartir conmigo este camino académico.
- Agradezco al personal del laboratorio y a todas las personas que colaboraron en la toma y análisis de muestras, su dedicación fue fundamental para el desarrollo de este trabajo.
- Quiero reconocer también el apoyo brindado por nombre de la institución o entidad que haya colaborado, cuya contribución fue invaluable para la realización de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

### 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	16
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>16</b>
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	16
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	17
1.2.3. A NIVEL REGIONAL O LOCAL	20
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>26</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	26
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26

## CAPÍTULO II

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

<b>2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>27</b>
2.1.1. MANANTIALES	27
2.1.2. CALIDAD DE AGUA	27
2.1.3. AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO	28
2.1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA	28
2.1.5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE	33
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>34</b>
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>35</b>
<b>2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>36</b>
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	36
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	36

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1 ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>37</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>38</b>
3.2.1. POBLACIÓN	38
3.2.2. MUESTRA	38
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>39</b>
3.3.1. MÉTODO DE MUESTREO DE AGUA	40
3.3.2. MÉTODOS DE LABORATORIO	42
3.3.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	42
3.3.4. MATERIALES	43
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>45</b>

<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS</b>	
<b>4.1. CALIDAD DEL AGUA DE MANANTIALES EN LA URBANIZACIÓN VILLA SANTA ROSA, CIUDAD DE PUNO - 2024</b>	<b>47</b>
4.1.1. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES DE LA URBANIZACIÓN VILLA SANTA ROSA, DISTRITO DE PUNO, EN RELACIÓN A LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)	47
<b>4.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES DE LA URBANIZACIÓN VILLA SANTA ROSA DISTRITO DE PUNO 2024</b>	<b>54</b>
4.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA PRIMERA REPETICIÓN	54
4.2.2. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES DE LA URBANIZACIÓN VILLA SANTA ROSA, DISTRITO DE PUNO, EN RELACIÓN A LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)	65
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Límites Máximos Permisibles(LMP)	33
<b>Tabla 02:</b> Coordenadas para las muestras de agua	39
<b>Tabla 03:</b> Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua potable	43
<b>Tabla 04:</b> Operacionalización de variables de la investigación	45
<b>Tabla 05:</b> Concentración de los parámetros fisicoquímicos por repetición y media de los manantiales Cancharani y Santa Rosa.	48
<b>Tabla 06:</b> Concentración de los parámetros microbiológicos por repetición y media de los Manantiales Cancharani y Santa Rosa.	50
<b>Tabla 07:</b> Comparación de la concentración media de los parámetros del manantial Cancharani con los LMP D.S N°031- 2010.	51
<b>Tabla 08:</b> Comparación de la concentración media de los parámetros del manantial Santa Rosa con los LMP D.S N°031- 2010.	52
<b>Tabla 09:</b> Prueba T-Student de diferencias de medias	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Localización de la zona objeto de análisis	38
<b>Figura 02:</b> Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.	39
<b>Figura 03:</b> Valor promedio del color del agua de los manantiales urbanización Villa Santa Rosa.	55
<b>Figura 04:</b> Valor promedio de la turbiedad del agua de los manantiales de Villa Santa Rosa.	56
<b>Figura 05:</b> Valor promedio de conductividad del agua de los manantiales de Villa Santa Rosa.	58
<b>Figura 06:</b> Valor promedio del pH del agua de los Manantiales de Villa Santa Rosa.	59
<b>Figura 07:</b> Valor promedio de Cloruros del agua de los manantiales de villa santa rosa.	60
<b>Figura 08:</b> Concentración de sulfatos primera repetición del agua proveniente de los Manantiales de Villa Santa Rosa.	62
<b>Figura 09:</b> Valor medio de la Dureza Total del agua de los manantiales de villa santa rosa.	63
<b>Figura 10:</b> Valor medio de sólidos totales disueltos del agua de los manantiales de Villa Santa Rosa.	64
<b>Figura 11:</b> Concentración media de coliformes totales en manantiales Cancharani y Santa Rosa comparados con el LMP establecido en e I D.S N° 031-2010-SA.	66
<b>Figura 12:</b> Concentración de coliformes termotolerantes de la primera repetición.	67
<b>Figura 13:</b> Toma de muestras del punto de captación del manantial de Cancharani.	92
<b>Figura 14:</b> Toma de la última muestra de los manantiales de cancharani.	92
<b>Figura 15:</b> Toma de muestras del punto de captación manantial de Santa Rosa	93
<b>Figura 16:</b> Conservación de las muestras tomadas del manantial de Santa Rosa para el	

traslado al laboratorio	93
<b>Figura 17:</b> Conservación de las muestras tomadas del manantial de Cancharani para el traslado al laboratorio.	94
<b>Figura 18:</b> Muestras tomadas para el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos al laboratorio de INIA.	94
<b>Figura 19:</b> Certificado de análisis de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de la primera repetición.	95
<b>Figura 20:</b> Certificado de análisis de los parámetros microbiológicos de las muestras de la primera repetición.	96
<b>Figura 21:</b> Certificado de análisis de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de la segunda repetición.	97
<b>Figura 22:</b> Certificado de análisis de los parámetros microbiológicos de las muestras de la segunda repetición.	98
<b>Figura 23:</b> Certificado de análisis de los parámetros microbiológicos de las muestras de la tercera repetición.	99
<b>Figura 24:</b> Certificado de análisis de los parámetros Microbiológicos de las muestras de la tercera repetición.	100

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	76
<b>Anexo 02:</b> Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N°031-2010-SA.	78
<b>Anexo 03:</b> Manual ASTM D 4448:2001MJ	90
<b>Anexo 04:</b> Panel fotográfico	92
<b>Anexo 05:</b> Resultado de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Urbanización Villa Santa Rosa	95

## RESUMEN

La urbanización Villa Santa Rosa se encuentra en una zona donde el acceso al agua de calidad es vital para los pobladores que la consumen. motivo suficiente para realizar el presente estudio con el objetivo de .Evaluar la calidad del agua de acuerdo a la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los manantiales de la urbanización Villa Santa Rosa en el Distrito de Puno 2024, en comparación a los LMP D.SN°031-2010-SA; para ello se recolectaron las muestras con tres repeticiones de dos manantiales de acuerdo al protocolo de muestreo, y enviadas al laboratorio debidamente identificadas. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos color incoloro turbidez (Cancharani: 4,37 NTU, Santa Rosa: 0,72 NTU), conductividad eléctrica (Cancharani: 238  $\mu\text{S/cm}$ , Santa Rosa: 168,66  $\mu\text{S/cm}$ ), pH (Cancharani: 6,58, Santa Rosa: 6,30), cloruros (Cancharani: 1,36 meq/L, Santa Rosa: 2,43 meq/L), sulfatos (Cancharani: 0,25 meq/L, Santa Rosa: 0,62 meq/L), dureza total (Cancharani: 26,71 mg/L  $\text{CaCO}_3$ , Santa Rosa: 16,67 mg/L  $\text{CaCO}_3$ ) nitratos (Cancharani: 0,63 meq/L, Santa Rosa: 0,70 meq/L) y los parámetros microbiológicos coliformes totales (4 UFC/100 mL) y termotolerantes (<1 UFC/100 mL) Concluyendo que: La calidad del agua de los manantiales Cancharani y Santa Rosa en la urbanización Villa Santa Rosa, distrito de Puno, presenta una calidad fisicoquímica aceptable según los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Sin embargo, ambos manantiales presentan contaminación microbiológica por coliformes totales, lo que las hace no aptas para el consumo humano sin un previo tratamiento de desinfección.

**Palabras clave:** Calidad, Físicoquímicos, Manantial, Microbiológicos, Seguridad del agua.

## ABSTRACT

The Villa Santa Rosa urbanization is located in an area where access to quality water is vital for the residents who consume it. sufficient reason to carry out this study with the objective of Evaluating the quality of the water according to the concentration of the physicochemical and microbiological parameters of the springs of the Villa Santa Rosa urbanization in the District of Puno 2024, in comparison to the LMP D .SN°031-2010-SA; to do this, they collected the samples with three repetitions from two springs according to the sampling protocol, and sent them to the laboratory duly identified. The results of the physicochemical parameters color colorless turbidity (Cancharani: 4,37 NTU, Santa Rosa: 0,72 NTU), electrical conductivity (Cancharani: 238  $\mu$ S/cm, Santa Rosa: 168,66  $\mu$ S/cm), pH (Cancharani : 6,58, Santa Rosa: 6,30), chlorides (Cancharani: 1,36 meq/L, Santa Rosa: 2,43 meq/L), sulfates (Cancharani: 0,25 meq/L, Santa Rosa: 0,62 meq/L), total hardness (Cancharani: 26,71 mg/L CaCO<sub>3</sub>, Santa Rosa: 16,67 mg/L CaCO<sub>3</sub>) nitrates (Cancharani: 0,63 meq/L, Santa Rosa: 0,70 meq/L L) and the total coliform microbiological parameters (4 CFU/100 mL) and thermotolerant (<1 CFU/100 mL) Concluding that: The quality of the water of the Cancharani and Santa Rosa springs in the Villa Santa Rosa urbanization, district of Puno, It presents an acceptable physicochemical quality according to the LMP established in Supreme Decree No. 031-2010-SA. However, both springs have microbiological contamination by total coliforms, which makes them unsuitable for human consumption without prior disinfection treatment.

**Keywords:** Quality, Spring, P'hysicochemical, Microbiological, Water safety.

## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es un aspecto crucial que afecta directamente la salud pública y el medio ambiente, e involucra a varios sectores y poblaciones. En Perú la calidad del agua es un aspecto que carece de preocupación. En este contexto, la evaluación de la calidad del agua de los manantiales de Villa Santa Rosa, ubicados en el distrito de Puno, cobra gran importancia.

La urbanización Villa Santa Rosa se encuentra en una zona donde el acceso al agua de calidad es vital para sus habitantes. Por ello, es necesario realizar un análisis detallado de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua de estos manantiales para garantizar su potabilidad y seguridad para usos diversos, como consumo humano, riego y recreación.

Este estudio se enfoca en determinar si los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del agua de los manantiales de Villa Santa Rosa cumplen con los límites máximos permisibles establecidos por la normativa nacional (D.S. N° 031-2010-SA) y otros estándares internacionales. Para ello, se realizaron tres repeticiones de muestreo y análisis para cada parámetro, con el fin de obtener resultados confiables y representativos.

El presente trabajo de investigación busca contribuir al conocimiento sobre la calidad del agua en esta zona específica, proporcionando información relevante para la toma de decisiones en materia de salud pública y gestión ambiental. Los resultados obtenidos servirán como base para implementar medidas de control y monitoreo que garanticen el acceso a un agua de calidad para la comunidad de Villa Santa Rosa.

## CAPÍTULO I

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

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial el reporte conjunto de la ONU y UNESCO en marzo del 2023 afirmó que una crisis mundial del agua es inminente y que actualmente está afectando entre 2 a 3 millones de seres humanos se ven afectadas por la escasez de agua. El acceso limitado a agua potable y saneamiento afecta al 26% y 46% de la población mundial, respectivamente. Se anticipa que la población urbana enfrentando falta del líquido elemento se duplicará para el año 2050. Se subraya la urgencia de establecer mecanismos internacionales para evitar una crisis descontrolada, enfocándose en la gestión equitativa y sostenible de este recurso esencial. La cooperación internacional se destaca como esencial para abordar los desafíos del acceso al agua. El informe resalta la importancia de asociaciones, destacando beneficios compartidos como la preservación del medio ambiente y oportunidades de financiamiento conjunto. Se hace un llamado a fortalecer la cooperación en la gestión de cuencas y acuíferos transfronterizos. La participación inclusiva de las partes interesadas se enfatiza como un elemento clave para el éxito, evidenciado por ejemplos de fondos de agua y enfoques participativos que ilustran el potencial de dichas asociaciones. UNESCO, 2023).

La falta de acceso a agua potable conlleva enfermedades mortales, con 1,7 millones de muertes anuales por diarrea. Para 2025, dos mitades de la población mundial sufrirán

estrés hídrico y, para 2030, se espera que uno de cada cinco países padezca estrés hídrico. La agricultura, responsable del 70% del uso de agua dulce, enfrenta desafíos con sistemas de irrigación ineficientes. Abordar la escasez de agua se vuelve esencial para asegurar la seguridad alimentaria y prevenir crisis humanitarias globales (Nieto, 2021).

El prematuro crecimiento urbano, el desarrollo de la manufactura y la escasez de fuentes de agua seguras y no contaminantes plantean desafíos. Esta situación puede dar lugar a la transmisión de enfermedades, especialmente la enfermedad diarreica aguda, afectando principalmente a la población infantil (Mamani, 2020).

En Perú, se evidencian brechas significativas en el acceso al servicio de agua y saneamiento, principalmente en ámbitos rurales. Catorce de los veinticuatro departamentos, que comprenden el 91% de la población, tienen acceso al suministro público de agua. Se estima que 8,2 millones de personas carecen de servicio de alcantarillado y 3 millones de personas carecen de servicio de agua. La crisis de la COVID-19 resaltó la importancia de estos servicios, especialmente en asentamientos informales con acceso limitado al saneamiento adecuado. La brecha entre los ámbitos urbanos y rurales es evidente, afectando al 4,7% de la población urbana y al 25,3% de la población rural con acceso a redes públicas de abastecimiento de agua. Aunque ha habido mejoras desde 2013, Perú se encuentra lejos de lograr cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) sobre acceso al agua y al saneamiento. Las disparidades son más notables en el saneamiento, con solo el 17% de la población rural con conexiones de alcantarillado, en comparación con el 89% en áreas urbanas. En julio del 2019, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) ha invertido significativamente en proyectos para mejorar las situaciones en las zonas urbanas y rurales (OECD, 2021).

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), mediante la Autoridad Nacional del Agua (ANA), dio a conocer un informe sobre la condición de la calidad del agua

superficial en noventa y uno localidades distribuidas en diversas unidades hidrológicas de Puno. Estos resultados fueron recopilados desde 2011 hasta octubre de 2020, con base en los ECA y el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua en la Cuenca del Titicaca. La ANA, en su rol de rector del SNGRH, juega un papel significativo en la protección de los recursos hídricos y el monitoreo de la calidad del agua en el país. (ANA, 2020).

El Ministerio de Salud, mediante DIGESA y DIRESA PUNO, llevó a cabo un monitoreo de la calidad del agua en el distrito de Paratia, provincia Puno, luego de la aparición de agua turbia. Se verificó que el sistema de agua potable no fue afectado, sin embargo se tomaron muestras para evaluar la condición de la calidad del agua para consumo humano (MINSA, 2023).

La urbanización Villa Santa Rosa se abastece de los servicios de agua de los manantiales del Cerro Cancharani, viendo que los sistemas se encuentran en total abandono y la inexistencia de una adecuada monitorización, inspección y vigilancia sobre la calidad del agua que consume la urbanización Villa Santa Rosa.

Frente al problema mencionado es de mucha importancia realizar la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua para salvaguardar la salud de los pobladores y que cuenten con un adecuado sistema de abastecimiento que garanticen el agua segura y apta para el consumo humano.

### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la calidad del agua de acuerdo a la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los manantiales en la urbanización Villa Santa Rosa, Ciudad de Puno - 2024, comparados con los límites máximos permisibles?

### 1.1.2. PROBLEMAS ESPÈCIFICOS

- ¿Cuál es la concentración de los parámetros físicoquímicos del agua de los manantiales de la urbanización Villa Santa Rosa distrito de Puno 2024 de acuerdo a los límites máximos permisibles (LMP)?
- ¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales de la urbanización Villa Santa Rosa distrito de Puno 2024 de acuerdo a los límites máximos permisibles (LMP)?

## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Calente (2021), en su trabajo de investigación obtuvo los siguientes resultados de los parámetros analizados: pH (3,11 a 8,24), turbidez (0,02 a 3,01 NTU), CT (0 a 100%), TTC (0 a 100%) y bacterias heterótrofas (85 a 100%). Únicamente los valores de cloro libre residual se mantuvieron dentro de los límites establecidos por la Ordenanza de consolidación n°. 5 de 28 de septiembre de 2017, del Ministerio de Salud (MS). Se concluyó que el agua se caracteriza como no apta para el consumo humano y se recomienda la implementación de un control más estricto, especialmente en lo que respecta a los niveles de coliformes totales (CT) y bacterias heterótrofas.

Duarte (2022), en su investigación “Evaluación de la calidad del agua del manantial “El Paraíso” en Santiago de Cuba”, concluye que los resultados presentan contaminación de la fuente de agua, dado que los niveles de hidrogenocarbonato, potasio, nitrato, coliformes fecales y coliformes totales exceden las concentraciones máximas permitidas según las normas cubanas. Por ende, el agua no está en óptimas condiciones para el consumo humano, aunque se sugiere su uso en el riego de cultivos y abastecimiento animal.

Ayala (2022), en su tesis “Evaluación de la Calidad del Agua de Riego Proveniente de la Acequia Tilipulo Enríquez-Cotopaxi Mediante la Relación de Absorción de Sodio (RAS)”

evaluó la idoneidad del agua para el riego de los cultivos agrícolas en la Estación. Los resultados revelan que el pH de las muestras, tanto en épocas húmedas como secas, se sitúa en el rango de 7,5 a 8,3 lo que indica condiciones favorables para el cultivo. La conductividad eléctrica (CE) del agua, hasta el río 691,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , se considera adecuada para el riego. Se ha analizado la presencia de cationes como Na, K, Ca, Mg, Fe y Al en todas las muestras de agua, sin detectar riesgos significativos. En cuanto a los aniones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ , se ha observado un comportamiento variado, pero en general, las concentraciones se mantienen por debajo de los límites permitidos. Además, las muestras de agua estudiadas presentan bajos niveles de sodio intercambiable (PSI), lo que elimina los riesgos de inestabilidad, mala permeabilidad y aireación del suelo.

Tchoumou (2023), en su artículo "Calidad físico químico y microbiológico del agua de manantial consumida por los habitantes de los barrios de Madibou en Brazzaville, República del Congo", determina que los resultados obtenidos indican que el agua del manantial presenta concentraciones elevadas de nitritos, no se encuentra dentro del rango recomendado de potencial de hidrógeno (pH) para agua potable y contiene microorganismos totales y coliformes totales (CT). Este hallazgo destaca la exigencia de un discernimiento sobre los riesgos potenciales con el consumo de agua de manantial sin tratar, y sugiere la implementación de medidas correctivas, como ajuste de potencial de hidrógeno (pH) y desinfección, para mejorar el servicio de agua al principio de uso.

### **1.2.2. A NIVEL NACIONAL**

Challco (2023), En su tesis "Determinación de la calidad del agua para consumo humano del manantial Marampampa distrito de Ocobamba, Cusco 2023" Sus resultados indican que la calidad del agua para consumo humano del manantial Marampampa, distrito de Ocobamba, Cusco, en el año 2023. Se obtuvieron los resultados de conductividad eléctrica (55,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), cloruros (2,5 mg/L), sulfatos (10,25 mg/L), dureza (26 mg/L), pH (6,63) y turbidez (0,275 UNT) cumplieron con los estándares de calidad ambiental para el

agua subcategoría A1, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 015-2015 -MINAM. Los parámetros microbiológicos, coliformes totales (17,25 NMP/100ml) y coliformes termotolerantes (15,75 NMP/100ml), también cumplieron. Estos resultados indican que el agua del manantial Marampampa era potable en el año 2023.

Araujo (2022), en su Tesis “ Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la ciudad de Huancavelica” cuyos resultados indicaron que, a excepción de los sólidos totales en una estación de abasto específica en el barrio Santa Bárbara, las características fisicoquímicas del agua no alcanzaron los estándares de calidad de categoría 1. Además, se detectaron rastros de minerales en todas las muestras analizadas. Por otro lado, se observó la ausencia de coliformes fecales en todas las muestras, lo cual sugiere una falta de contaminación fecal. Sin embargo, se registraron niveles de coliformes totales de 3 NMP/mL en la mencionada estación de abasto.

Ezcurra (2022), en su trabajo “Valoración económica de bienes y servicios ambientales de la Laguna Conache, Laredo (La Libertad, Perú)”; se enfocó en evaluar la calidad físicoquímica y bacteriológica del agua de la Laguna de Conache, ubicada en el Distrito de Laredo, Departamento de La Libertad. El objetivo fue demostrar que el agua de la laguna es adecuada para actividades recreativas, considerando parámetros como turbidez, pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad y sólidos disueltos totales (TDS). Para ello recolectó muestras en cinco estaciones de monitoreo durante los meses de agosto a octubre de 2013, y se realizaron análisis físicoquímicos y bacteriológicos. Los resultados mostraron valores dentro de los límites establecidos para los estándares nacionales de calidad ambiental del agua en Perú, la Comunidad Económica Europea y la Organización Mundial de la Salud, lo que sugiere que el agua de la laguna es adecuada para uso recreativo.

Peralta (2021), en su artículo “calidad del agua de manantiales altoandinos para consumo humano en Perú” indicó que la presencia de cationes y partículas influye en parámetros fisicoquímicos, como la turbidez. El PCA demostró que la calidad del agua de manantial está condicionada por la presencia de metales, especialmente en las zonas de Andahuaylas y Talavera, por parámetros asociados a sólidos disueltos (turbidez del agua van desde el rango 0,81-1,76 unidades y fluoruros), independientemente de la estación del año.

García (2021), en su trabajo “Evaluación físico química y bacteriológica del recurso hídrico de la laguna de choclococha - Huancavelica” con el objetivo de evaluar la concentración de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en la laguna de Choclococha, Huancavelica. Los resultados mostraron que los valores de los parámetros fisicoquímicos (DBO<sub>5</sub>, pH, Nitrato, Conductividad Eléctrica) estaban por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), lo que sugiere una calidad adecuada del agua. Sin embargo, se observó que los niveles de oxígeno disuelto y sólidos suspendidos totales eran más altos que los ECA, lo cual indica la necesidad de investigar más a fondo para comprender estos altos niveles y su posible impacto en la vida acuática. En cuanto a los parámetros microbiológicos, los coliformes totales estuvieron por debajo de los límites establecidos por los ECA, lo cual es beneficioso para la vida acuática. Sin embargo, los coliformes fecales superaron los ECA, posiblemente como resultado de las prácticas de acuicultura, como la cría de salmón en jaulas flotantes, llevadas a cabo en las aguas de la laguna de Choclococha.

Fuentes (2021), en su trabajo de investigación “Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú” con el objetivo de evaluar la calidad del agua dulce utilizada para consumo humano en este pueblo, a través de indicadores fisicoquímicos como temperatura, sólidos disueltos totales, CE, potencial de hidrógeno (pH) , DQO, nitratos, fosfatos, sulfatos y metales

totales. Entre los resultados revelan que todos los valores analizados se encuentran dentro de los límites predeterminados, excepto el arsénico (0,13 ppm) en el efluente Caracha y los fosfatos (1,51 ppm) en el Puquial.

Concepcion (2021), en su Tesis “Determinación de calidad fisicoquímica del agua en el manantial Aladino Mañazo – Puno 2021” con el objetivo de: Determinar las concentraciones de los parámetros físicos Temperatura, Sólidos Totales y Conductividad Eléctrica del manantial Aladino VI. El método empleado consistió en evaluar las muestras descriptivas utilizando el protocolo nacional de control de recursos hídricos superficiales, con un total de 3 muestras, para obtener una integración específica del muestreo general y evaluar la calidad media del agua. Los resultados indicaron que la temperatura fue de 17,02 °C, los sólidos totales disueltos alcanzaron los 492 mg/l, y la conductividad fue de 1304  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . El pH se situó en 7,64 mientras que la demanda bioquímica de oxígeno fue de 4,9 mg/l, cumpliendo con el Decreto N° 004-2017: MINAM, tipo 3, en términos de normas ambientales para el agua. Sin embargo, los niveles de oxígeno disuelto (3,1 mg/l) superaron los estándares de calidad del agua, lo que indica que estos resultados no cumplen con todos los criterios de referencia de calidad. En comparación con los estándares, se observó que la calidad del agua se clasifica como promedio, ya que el parámetro de oxígeno disuelto no cumple con los requisitos para el agua destinada a riego y consumo animal.

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

Ccapa (2024), En su tesis titulada “Calidad del agua para consumo humano del sector Tunuhiri Grande centro poblado de Ichu - Puno - 2023” Sus resultados de los parámetros fisicoquímicos (turbidez, color y pH) cumplieron con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Sin embargo, se detectó la ausencia de cloro residual y los niveles de coliformes totales (7,2 a 290

NMP/100ml) y termotolerantes (3,6 a 93 NMP/100ml) excedieron los LMP, indicando contaminación microbiológica y la necesidad de tratamiento del agua.

Condori (2023), en su trabajo titulado “Evaluación de parámetros físico químico y microbiológico del agua de pozo para consumo humano en el barrio Azoguini de la Ciudad de Puno - 2023” El muestreo se realizó según el Protocolo Nacional de Calidad de los Recursos Hídricos. De los 12 parámetros fisicoquímicos analizados, 5 (color, temperatura, alcalinidad, calcio y magnesio) fueron comparados con los límites máximos permisibles (LMP) del Decreto Supremo N° 031-2010-SA por no estar incluidos en este. De los 7 restantes, 5 (sólidos disueltos totales, conductividad, pH, sulfatos y nitratos) cumplieron con los LMP, mientras que 2 (dureza total y cloruros) no lo hicieron. En cuanto a los 3 parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes y E. coli), ninguno cumplió con los LMP, indicando que el agua no es apta para consumo humano sin tratamiento previo.

Huaquisto (2024), En su tesis titulado “Calidad del agua de las captaciones Chichicapac y Jatun Pinaya del distrito de Macusani – Carabaya, 2023” Se evaluó la calidad del agua en dos captaciones (Chichicapac y Jatun Pinaya) en el distrito de Macusani, Carabaya, Perú, en 2023. Se analizaron parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, temperatura, sólidos disueltos totales, dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio y magnesio) y microbiológicos (coliformes totales y termotolerantes) en muestras tomadas en noviembre y diciembre. Los resultados mostraron que ambos puntos de captación cumplían con los límites máximos permisibles para los parámetros fisicoquímicos establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Sin embargo, ninguna de las captaciones cumplió con los estándares para coliformes totales y termotolerantes, lo que indica que el agua no es apta para consumo humano sin tratamiento previo.

Calla (2023), En su tesis titulado “Evaluación del índice de calidad del agua en pozos del barrio 2 de mayo de la ciudad de Puno, 2022” utilizando el índice de calidad NSF. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados fueron oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), nitratos, fósforo, temperatura, turbidez y sólidos totales disueltos. Los resultados indicaron que tres de los pozos presentaban una calidad de agua "buena", mientras que uno de ellos tenía una calidad "regular" según los estándares del índice NSF. En general, el estudio concluyó que el agua de los pozos subterráneos en el barrio 2 de Mayo es apta para consumo humano, aunque uno de los puntos muestreados presentó una calidad ligeramente inferior.

Marca (2023), En su estudio titulado “Determinación de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua subterránea para el consumo humano, en la urbanización magisterial, zona 4 totorani - alto puno - 2022 ” Sus resultados promedio para coliformes totales (14516 UFC/100ml) excedieron los límites máximos permisibles (LMP), mientras que los coliformes termotolerantes estuvieron ausentes. Los parámetros físicos (turbiedad 4,71 UNT, temperatura 14,5°C, conductividad eléctrica 271,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y químicos (pH 6,86, sólidos totales disueltos 198,93 mg/L, dureza total 89,8 mg/L, cloruros 13,7 mg/L, sulfatos 31,63 mg/L) cumplieron con los LMP, excepto por la ausencia de cloro residual. En conclusión, el agua subterránea no era apta para consumo humano debido a la presencia de coliformes totales, indicando contaminación y la necesidad de potabilización.

Espinoza (2023), en su trabajo titulado “Determinación de los parámetros físicos y químicos en las aguas superficiales del río Coata, (puente independencia) zona baja – Distrito de Coata 2022” cuyos resultados indican que la temperatura (12,9°C) se mantuvo constante en todos los puntos de muestreo. La conductividad eléctrica (390-460  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) no superó los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Sin embargo, los sólidos disueltos

totales (177,40-229 mg/L) excedieron los ECA. En cuanto a los parámetros químicos, el pH (8,11-8,9 unidades) estuvo dentro de los ECA, pero los cloruros (307,90-320,06 mg/L) y en su mayoría los sulfatos (215,60-253,00 mg/L) los superaron; el agua del río Coata presentó una calidad deficiente, especialmente en cuanto a sólidos disueltos totales, cloruros y sulfatos, lo que resalta la necesidad de medidas para mejorar su calidad.

Sarmiento (2023), en su tesis “Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua de pozos para consumo humano de la zona periférica de la ciudad de Desaguadero – Puno 2022” evaluó la calidad del agua de pozos artesanales en cuatro zonas periféricas de la ciudad de Desaguadero, Puno, en el año 2022. Los parámetros físicos (temperatura 16,67°C, turbidez 3,29 UNT, conductividad eléctrica 832,38  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) estuvieron dentro de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. En cuanto a los parámetros químicos, el pH (7,69), los cloruros (78 mg/L) y los sulfatos (51,39 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$ ) estuvieron dentro del FUM. Sin embargo, la dureza total (764,68 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ) y los nitratos (51,93 mg  $\text{NO}_3/\text{L}$ ) excedieron el LMP. Los parámetros bacteriológicos, coliformes totales (178,75 NMP/100 ml) y coliformes termotolerantes (56,54 NMP/100 ml),

Rossel (2022), en su artículo “Control de Calidad del Agua Potable en la Ciudad de Ilave, Región de Puno, Perú”. Sus resultados indican que todos los parámetros se encontraron dentro de los límites máximos permisibles (LMP), con la excepción del cloro residual, las muestras de agua tratada estuvieron por debajo del valor recomendado de 0,5 mg/L. En todas las muestras de hogares se detectaron coliformes, que deberían estar ausentes en el agua potable. Estos resultados resaltan la necesidad de incorporar pasos adicionales de rechloración a lo largo del sistema de distribución para asegurar niveles residuales de cloro que garanticen la calidad microbiológica del agua. Además, no se observó ninguna correlación entre la Rojas (2021), en su tesis “Caracterización y determinación de la calidad del agua superficial de la unidad hidrográfica Coata-Región Puno”. Los resultados

revelan diferencias expresivas en la geología de la cuenca, que va desde rocas volcánicas en la cuenca alta hasta unidades del Cuaternario en la cuenca baja. Las fuentes de contaminación son prevalentes de De origen antropogénico, recalcando descargas de efluentes de aguas residuales provenientes tanto de actividades municipales como industriales, así como los depósitos de residuos sólidos y las descargas in situ de sustancias: su influencia en la variabilidad del Índice de Calidad del Agua de Perú (ICA-PE), señala que en la zona de cabecera de la cuenca, la calidad hídrica es regular en un 71% y buena en un 29%. En la cuenca media, la calidad es buena, mientras que en la cuenca baja es buena en un 56%, regular en un 33%, y pernicioso en un 11%, específicamente en el punto de monitoreo RToro2. Estos resultados ofrecen una perspectiva íntegra de la calidad hídrica dentro de la Unidad Hidrográfica. Coata y enfatizan la importancia de abordar las fuentes antropogénicas de contaminación.

Mamani (2021), En su Tesis “ Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los manantiales Huayllani y Occororo Pujó para consumo humano en la Comunidad Añavile Distrito Cabana-San Roman-Puno-2021” Nos indica que se tomaron muestras en cuatro puntos de monitoreo durante tres meses y se analizaron diez parámetros fisicoquímicos y dos microbiológicos. Los resultados promedio obtenidos fueron: pH (6,89 a 7,82), temperatura (5,6 a 8,2 °C), conductividad eléctrica (233,7 a 782,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), sólidos totales disueltos (231,3 a 494,0 mg/l), oxígeno disuelto (6,2 a 9,0 mg/l), nitratos (8,5 a 13,1 mg/l), sulfatos (67,9 a 92,1 mg/l), cloruros (46,1 a 113,5 mg/l), carbonatos (0,00 mg/l), dureza total (115,1 a 387,1 mg/l), Escherichia coli (0,0 UFC/100 ml) y coliformes termotolerantes (0,0 UFC/100 ml). Estos resultados indican que las aguas de los manantiales Huayllani y Occororo Pujó cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA) según el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM para el uso del agua en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, Subcategoría A: Aguas

Superficiales destinadas a la producción de agua potable; aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. En conclusión, las aguas de los manantiales Huayllani y Occororo Pujo son aptas para el 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, Puno 2019” En su trabajo abordó la recolección de muestras líquidas de cinco pozos, las cuales fueron sometidas a análisis de laboratorio. Los resultados revelaron los parámetros físicos del líquido en el Núcleo caserío de Moro. La conductividad eléctrica promedio se registró en 5270  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , excediendo el límite aceptable de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La temperatura media fue de 17,82 °C, mientras que los sólidos disueltos totales se mantuvieron en un nivel habitual de 682,51 mg/l. La turbidez del líquido se situó en un promedio de 1,34 UNT, dentro de los parámetros esperados. En cuanto a los parámetros químicos, el pH promedio fue de 7,62 unidades, y los niveles de sulfatos, nitratos, aspereza totalidad y cloruros se mantuvieron dentro de los valores habituales. Sin embargo, en el aspecto bacteriológico, los coliformes totales presentaron un promedio de 109,60 UFC/100 ml, superando el límite aceptable de 100 UFC/100 ml, mientras que los coliformes termotolerantes estuvieron ausentes en todas las muestras. En resumen, se concluye que, desde el punto de vista físico, la conductividad eléctrica sobrepasa el umbral aceptable, y en el aspecto microbiológico, los coliformes totales también exceden dicho límite.

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” El manantial Unkuñani, ubicado en el distrito de Puno, Yanamayo. El estudio se centró en evaluar la calidad del agua, prestando especial atención a los valores físicos y químicos. Durante el proceso, se descubrieron parámetros químicos que no se conocían anteriormente. Los hallazgos del estudio incluyen un pH de 7,185, una dureza de  $\text{CaCO}_3$  de 94,95 mg/l según las mediciones universitarias, un total alcalino de  $\text{CaCO}_3$  de 76,7 mg/l, una

solubilidad total sólida de 231,25 mg/l, cloruros de 23,05 mg/l, y sulfato  $\text{SO}_4$  de 16,1 mg/l. En términos de parámetros de material, el color fue de (0) PT/Co, tratado en DNU, con una conductividad de 253,6 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) y una temperatura de 13,1°C. Los resultados indicaron que el 91,67% de los valores cumplen con las regulaciones existentes para las normas de calidad ambiental, de acuerdo con el Decreto Principal No. 004 7-MINAM. Los valores se analizaron en los mismos parámetros e identificaron el Tratado de PCB tradicional.

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

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

- Evaluar la calidad del agua de acuerdo a la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los manantiales de la urbanización Villa Santa Rosa en el Distrito de Puno 2024, en comparación a los LMP D.SN°031-2010-SA .

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales de la urbanización Villa Santa Rosa, distrito de Puno, en relación a los límites máximos permisibles (LMP) de acuerdo al D.SN°031-2010-SA.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales de la urbanización Villa Santa Rosa, distrito de Puno, en relación a los límites máximos permisibles (LMP) de acuerdo al D.SN°031-2010-SA.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

##### 2.1.1. MANANTIALES

Al existir capas de suelo impermeables, los manantiales son fuentes de agua del subsuelo que se hacen visibles. Estas aguas subterráneas viajan por el suelo transportando una gran cantidad de minerales, restos orgánicos, gases y bacterias. El desarrollo natural que purifica y experimenta el agua de manantial al filtrarse por las distintas capas freáticas se ha relacionado históricamente con el agua de alta calidad. Para actividades como el senderismo, el excursionismo u otras actividades al aire libre, la gente suele utilizar los manantiales como sustituto del suministro público de agua. Aunque depende de una serie de condiciones, es esencial mantener un control analítico sobre ella para garantizar que sea segura y potable para el ser humano (Rodríguez, 2022).

##### 2.1.2. CALIDAD DE AGUA

Se hace referencia al grado en que el agua resulta adecuada para su beneficio previsto, esto involucra que el agua debe cumplir con ciertas normas de calidad para ser considerada segura y salubre tanto para el consumo humano, como el cultivo, la manufactura y el esparcimiento, se ve comprometida por una diversidad de criterios, tales como la contaminación, el desgaste del suelo, el cambio meteorológico y la explotación desmedida de los medios hídricos. Por consiguiente, resulta decisivo llevar a cabo una

fiscalización continua y realizar arreglos continuos en la calidad del agua con el fin de asegurar su disposición y sustentabilidad a largo plazo (Bauer, 2020).

### **2.1.3. AGUA DESTINADA AL CONSUMO HUMANO**

El elemento esencial para la vida debe cumplir con los estándares específicos relacionados con el sabor, olor, color, turbidez, pH y otros parámetros físicos y químicos, así garantizar su potabilidad y admisibilidad para el consumo de la población. Es elemental tener en cuenta la procedencia del agua, ya sea de fuentes subterráneas o no subterráneas, y llevar a cabo una evaluación minuciosa de su calidad en todas las etapas, desde la fuente hasta su distribución a la población. Adoptar un ángulo integral en el tratamiento del agua resulta básico para sostener que reúne las características y condiciones necesarias para ser considerado de alta calidad y sanidad necesarios para su consumo humano (Chulluncuy, 2021).

### **2.1.4. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA**

La capilaridad del agua, su elevado calor específico, su fuerza de cohesión entre moléculas y su capacidad disolvente son algunas de sus propiedades físicas. Debido a estas características, el agua es esencial para las actividades biológicas y el funcionamiento general de la naturaleza. Como el agua es un disolvente universal, en ella pueden disolverse una gran variedad de compuestos. Además, el agua es casi incompresible debido a los fuertes enlaces que mantienen unidas sus moléculas. El agua regula la temperatura de los organismos vivos y de la biosfera gracias a su suficiencia para chupar grandes porciones de calor. Por último, pero no por ello menos importante, la capilaridad del agua, necesaria para funciones biológicas como el transporte de agua en las plantas, le permite elevarse por las superficies a pesar de la fuerza de la gravedad (Fuentes, 2021).

Las aguas normales, en asociación con distintos componentes como la discusión, el suelo, la vegetación y el subsuelo, unen sustancias por desintegración o arrastre, así

como a través del comercio con determinados gases. En expansión, la proximidad de diversas formas de vida oceánica contribuye a las formas orgánicas, incluyendo la retención y descarga de diferentes sustancias. La composición química de las aguas dulces puede cambiar significativamente debido a componentes como las características del territorio y las concentraciones de gases descompuestos. Los compuestos comunes incluyen carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos como componentes principales, y fosfatos, silicatos y metales como componentes secundarios, así como gases descompuestos como oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono como componentes minoritarios (Martínez, 2021).

Pequeñas cantidades de metal, fosfatos, silicato y gases disueltos, como CO<sub>2</sub>, nitrógeno y oxígeno, forman parte de la estructura. Gases disueltos, como CO<sub>2</sub>, nitrógeno y oxígeno. La composición química de la sustancia en su estado natural se compone de agua, y puede ser alterada por el ser humano a través del cultivo, la manufactura, la ganadería y la agricultura, entre otras actividades. A partir de ahí, este proceso puede adoptar formas muy diversas, como la mezcla de múltiples fuentes mediante el vertido de agua sobrante o la filtración de diversas sustancias químicas en el suelo (Orellana, 2021).

Los coliformes se refiere a un grupo de especies microbiológicas relacionadas que comparten ciertas propiedades biológicas en común y son indicadores de contaminantes en el agua que ponen en riesgo la salubridad humana (Vargas, 2021).

#### **2.1.4.1 Parámetros Físicos**

##### **a. Color**

El color del agua es un tono líquido creado por la presencia de diversas sustancias disueltas o suspendidas dentro del líquido. Estos pueden ser de origen natural, como material vegetal orgánico o hierro, o pueden ser el resultado de actividades humanas, como la contaminación industrial o agrícola. El color del agua varía desde tonos claros a verdosos, amarillentos, parduscos e incluso rojizos, dependiendo de la composición

química y biológica presente. Medir y analizar el color del agua es una señal importante de la calidad ambiental y puede afectar la potabilidad (Rolin, 2018).

#### **b. Turbidez**

Se debe a la existencia de partículas en suspensión, lo que reduce su claridad. Aunque una alta turbidez puede indicar contaminación, también puede ser causada por procesos naturales como el desgaste del suelo y el deterioro de la vegetación. La medición se realiza en unidades nefelométricas (NTU) y la OMS considera aceptable un valor inferior a 5 NTU para el consumo humano. Sin embargo, una turbidez elevada puede afectar la eficacia de los desinfectantes, ya que los microorganismos pueden quedar protegidos en las partículas suspendidas. Por lo tanto, mantener una baja turbidez es crucial para garantizar la efectividad del proceso de desinfección (Llamosas, 2022).

#### **c. Conductividad**

Establece la cantidad de sales solubles presentes en el agua, así como su capacidad de disolución. que las sales solubles en el agua se disuelven en iones repletos de carga positiva y negativamente, que conducen la electricidad cuando entran en contacto entre sí. La ventaja de este parámetro físico no indica que los demás parámetros estén por encima de los valores normales (Solís, 2018).

#### **d. Sólidos Totales Disueltos**

La principal fuente de estos sólidos totales disueltos en suspensión es la erosión del suelo. Se trata de partículas minúsculas que son objetivamente identificables e incapaces de separarse. Además, al crear una reacción fisiológica adversa en el consumidor, estos sólidos disueltos totales favorecen el crecimiento del plancton en el agua y repercuten en la calidad (Enrique, 2021).

### **2.1.4.2 Parámetros Químicos**

#### **a. Potencial hidrógeno (pH)**

Esta propiedad del agua se sustenta en la acumulación de iones de hidrógeno en ella y establece si es básica, neutra o ácida. El pH del agua pura se sitúa en torno a 7; cualquier desviación de este valor debe hacer sospechar de una contaminación por metales pesados u otros materiales de origen humano. Es preferible medir este parámetro en el lugar de muestreo. Los valores inferiores a 7 en la escala de pH indican acidez, mientras que los superiores a 7 indican alcalinidad. La escala de potencial de Hidrógeno tiene un rango de 0 a 14 unidades. Técnicamente hablando, si el pH es superior a 9,6 o inferior a 4,4, es significativo y se denomina alcalinidad o acidez titulable (Minam, 2017).

#### **b. Cloruros**

En el agua, una de las sustancias químicas más prevalentes es el cloruro es una señal de contaminación del agua porque es una señal que indica contaminada y no es apta, es un ion que no suponga una amenaza para la potabilidad. Esto ha aumentado como resultado de la actividad humana, ya que las aguas que se producen de forma natural varían mucho en sus niveles de cloruros; el agua con mayor nivel de cloruros tiene una salinidad distintiva e inmediatamente reconocible (García, 2019).

#### **c. Sulfatos**

La oxidación del mineral sulfito causada por la disolución del agua al filtrarse desde las aguas superficiales a las subterráneas a través de las formaciones rocosas es uno de los orígenes de la mayoría de los compuestos sulfatados. Precaución: Los animales experimentaron diarrea a concentraciones de sulfato superiores a 1600 mg/l. Cuando las personas toman cantidades de 1000 a 1200 mg/l, se produce un efecto laxante similar al de la diarrea animal (Bolaños, 2017).

La ingesta de agua sulfatada con alto contenido en sulfatos provocaba problemas gastrointestinales, como deshidratación, gastritis e irritación del tracto digestivo. Cuando se mezclan calcio y magnesio, el agua sulfatada también tiene un efecto laxante.

La idoneidad del agua para el consumo humano podría verse afectada por los sulfatos, que pueden encontrarse en el agua hasta 400 mg/l (Hinojosa, 2021)

#### **d. Dureza Total**

La combinación de dos concentraciones de iones, ya sea en forma de carbonatos o bicarbonatos, de magnesio, calcio, estroncio y bario da como resultado la dureza total, carbonatos o bicarbonatos, el nivel de dureza del agua debe ser inferior a 60 mg/l de carbonato cálcico, o inferior a 60 mg/l de carbonato cálcico blando, el agua blanda se define como la que tiene una dureza inferior a 250 o 350 mg/l; el agua dura se sitúa más allá de este intervalo (Solís-Castro et al., 2018).

#### **e. Nitratos**

Son iones que se localizan en la naturaleza diluidos en agua, están constituidos por tres partículas de oxígeno, uno de nitrógeno y una carga negativa. El ciclo natural del nitrógeno es el causante de su existencia en las aguas no subterráneas o subterráneas; sin embargo, en algunos lugares, este ciclo ha cambiado, provocando un aumento de las concentraciones de nitratos. Esto se debe principalmente al usar excesivamente abono nitrogenado y a su consecuente deslizamiento por el riego o las precipitaciones. En la actualidad, el nivel máximo admisible de nitratos en el agua potable de la Comunidad Económica Europea es de 50 mg/l, con un valor de referencia de 25 mg/l (Palomares, 2021).

### **2.1.4.3 Parámetros microbiológicos**

#### **a. Coliformes Totales**

Son bacterias aerobias y anaerobias grandes negativas, no esporulantes, esporulantes alargadas que crecen en pequeños grupos y es de color rojo metálico brillante en una media tipo interno. También presentan lactosa tras un periodo de maduración de 24 horas a 35°C. (Larrea, 2019).

#### **b. Coliformes fecales**

Son conocidos como coliformes termotolerantes, son un conjunto de bacterias extremadamente pequeños que también son indicadores de la condición del agua porque pueden soportar temperaturas de hasta 45°C. Estas bacterias proceden de las heces, y las descubrimos en el E.coli, klebsiella (Larrea, 2019) .

### 2.1.5. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE

**Tabla 01:** Límites Máximos Permisibles(LMP)

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
Conductividad	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1000
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Cloruros	mg Cl-L <sup>-1</sup>	250
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> = L <sup>-1</sup>	250
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50
coliformes totales	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C

UCV: Unidad de color verdadero.

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad.

UFC = Unidad Formadora de Colonias.

**Fuente:** Reglamento de la calidad del agua para consumo humano Decreto Supremo N°031- 2010-SA.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **Agua**

Está formado por una partícula de oxígeno (O) y dos de hidrógeno (H). H<sub>2</sub>O es la fórmula química del oxígeno (O) (Funcagua, 2020).

### **Control de la condición del agua destinada al consumo humano.**

Son grupos de medidas técnicas y administrativas destinadas para garantizar las características del agua para el consumo de la población que se ajuste a los valores máximos admisibles que rige en la legislación (DIGESA, 2010).

### **Calidad bacteriológica del agua.**

Son cualidades y rasgos que en su conjunto, proporcionan protección sanitaria a la población frente a los peligros de la contaminación bacteriana del agua destinada a la adecuación del agua para el uso humano por medio del uso de técnicas conocidas como purificación (Cytel, 2019).

### **Coliformes totales**

Se entiende que incluye todos los bacilos anaerobios facultativos. Bacterias Gram negativas, fermentadoras de la lactosa, no formadoras de esporas, que descomponen la lactosa y liberan gas y ácido tras 48 horas de maduración a 0,2°C (Funcagua, 2020).

### **Coliformes Fecales**

Son un indicador importante de la calidad del agua, suelo y alimentos. La detección de coliformes fecales indica un riesgo para la salud humana y requiere medidas para prevenir la contaminación y proteger la salud pública (Ministerio de Salud, 2014).

### **Cadena de Custodia**

El formulario utilizado para documentar los detalles de la recolección de muestras, que luego se envía al laboratorio para su análisis, es fundamental para mantener un registro preciso y completo de todo el proceso. Este formulario típicamente incluirá campos que abarcan desde la fecha y ubicación de la recolección hasta los parámetros específicos

que se analizarán, junto con detalles sobre el método de recolección y las condiciones de almacenamiento y transporte. Este registro estructurado proporciona una base sólida para garantizar la integridad de los datos y una interpretación precisa de los resultados del análisis.

### **Límite Máximo Permisible (LMP)**

Es un concepto clave en diversos campos, desde la salud pública y la seguridad ambiental hasta la industria y la economía. Se define como la concentración máxima de una sustancia o agente en un medio determinado que se considera aceptable para la salud humana y el medio ambiente. (DIGESA, 2010).

### **Monitoreo**

La instalación de monitores en un área con el propósito de vigilar de cerca también implica la tarea de investigar y comprender la situación y el estado de los elementos ambientales dentro de ese entorno. Esta acción, crucial para el cuidado del ecosistema, consiste en obtener información detallada sobre el medio ambiente y sus componentes, lo que resulta fundamental para la conservación y gestión adecuada del ecosistema, según lo señalado por la FAO en 1997.

### **2.3. MARCO NORMATIVO**

- Constitución Política del Perú (1993)
- Ley General de Salud - Ley N° 26842, el presente Reglamento tiene como objeto la gestión de la calidad del agua, la vigilancia sanitaria del agua, el control y supervisión de la calidad del agua respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.
- Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031- 2010

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

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La calidad del agua de los manantiales de la Urbanización Villa Santa Rosa Distrito de Puno - 2024, no es apta para consumo humano.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Algunos parámetros fisicoquímicos del agua procedente de los manantiales de la urbanización Villa Santa Rosa en el distrito de Puno 2024, no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.
- Algunos parámetros microbiológicos en el agua procedente de los manantiales de la urbanización Villa Santa Rosa en el distrito de Puno 2024, no cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.SN°031-2010-SA.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 ZONA DE ESTUDIO

Se localiza en la parte alta en el distrito, provincia y región de Puno, en términos de georreferenciación se ubica entre las coordenadas de [15°50'11.89"S](#) [70° 1'50.40"O](#) / [-15.7485263, -70.01141071](#), cuya elevación promedio es 3,826 msnm. Se observa una dinámica de cambio en la temperatura ambiental que va desde 4 °C en los meses fríos y 20 °C durante las estaciones estivales, la temperatura media anual del ambiente se ubica en 8 °C, sin embargo, la precipitación anual total de lluvia alcanza un valor de 400 a 527,20 mm.

- Coordenada manantial Cancharani : [S15°51'13.69"](#) [W70° 1'39.79"](#)
- Coordenada manantial Santa Rosa : [S15°51'19.14"](#) [W 70° 1'35.964"](#)



**Figura 01:** Localización de la zona objeto de análisis

**Fuente:** Google earth Pro

### **3.2. TAMAÑO DE MUESTRA**

#### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población objeto de estudio se centró en dos manantiales, Cancharani y Santa Rosa, que actualmente son utilizados para el suministro de agua potable en la urbanización Villa Santa Rosa, ubicada en el distrito de Puno.

#### **3.2.2. MUESTRA**

El estudio se enfocó en la selección de dos manantiales como puntos de muestreo primordiales. La primera ubicación seleccionada para el muestreo, denominada Cancharani, fue sometida a tres repeticiones e intermediarias para la toma de muestras. De manera similar, el segundo punto de muestreo, identificado como Santa Rosa, también fue muestreado en tres ocasiones para garantizar la representatividad de los datos. Cada muestra recogida consistió en 1000 ml de agua, totalizando seis muestras en total para su posterior procesamiento y evaluación.

**Tabla 02:** Coordenadas para las muestras de agua

Punto de captación			Punto de captación		
Muestra	UTM	Volumen	Muestra	UTM	Volumen
Cancharani	<a href="#">S15°51'13.69"</a> <a href="#">W70° 1'39.79"</a>	1000 ml	Santa Rosa	<a href="#">S15°51'19.14"</a> <a href="#">W 70° 1'35.964</a>	1000 ml
<b>TOTAL</b>	2000 ml				



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

**Fuente:** Google Earth Pro

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

**Tipo de investigación:**

Descriptivo correlacional

## **Diseño de investigación**

No experimental - Transversal o Sincrónica

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

El procedimiento de muestreo se fundamentó en la recolección y manipulación precisa de las muestras, siguiendo las directrices establecidas en el Protocolo Nacional de la calidad de los Recursos Hídricos, emitido por la Autoridad Nacional del Agua en 2016 (Resolución jefatural N° 010-2016-ANA).

El programa de campo ejecutable consta de los siguientes pasos:

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

Se ha determinado la ubicación de los puntos de muestreo en los manantiales de Cancharani y Santa Rosa. Esta decisión se tomó considerando la importancia de estos cuerpos de agua para el consumo humano, así como la accesibilidad y facilidad de transporte a los puntos de muestreo. Además, se ha definido el registro de la información de estos puntos utilizando coordenadas UTM, con la ayuda de un sistema de posicionamiento satelital (GPS), lo que permitirá un posicionamiento preciso. Este enfoque garantizará la recopilación de datos confiables y la evaluación precisa de la calidad del agua en los manantiales de Cancharani y Santa Rosa.

#### **b) Actividades preliminares antes del trabajo de campo**

La etapa de campo se inició con la preparación del equipo necesario para la recolección de muestras, lo que implicó verificar mediante una lista de control que todos los implementos requeridos estuvieran disponibles antes de salir al terreno. Se dedicó tiempo a organizar los materiales de laboratorio, elaborar un plan de trabajo detallado, preparar los formatos de campo, asegurar la disponibilidad de equipos portátiles, revisar el mapa con los puntos de muestreo, garantizar la movilidad necesaria y verificar el estado de las baterías de los equipos, entre otros aspectos. Esta preparación previa tuvo como objetivo

asegurar que se contará con todos los elementos esenciales para llevar a cabo una recolección de muestras efectiva.

### **c) Desarrollo de actividades en el terreno**

- Al llegar al punto de muestreo, se realizó una observación previa del lugar antes de seguir con los siguientes pasos:
- Se registraron las coordenadas del punto de muestreo y se especificó el sistema al que corresponden.
- Se prepararon los frascos necesarios de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
- Se etiquetaron los frascos correctamente. Para transportarlos, se utilizarán coolers para evitar la contaminación.
- Las muestras se almacenaron en posición vertical en el cooler, asegurando que los frascos de vidrio estén protegidos para evitar roturas.
- Al finalizar la campaña de muestreo, las muestras de agua se transportaron al laboratorio en un recipiente térmico con ice pack para mantenerlas refrigeradas, acompañadas de la cadena de custodia.

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

Las muestras de agua fueron recolectadas en botellas de plástico y vidrio, seleccionadas en base a los parámetros a analizar. El tamaño de muestra necesario fue determinado según el método analítico empleado por el laboratorio responsable del análisis.

#### **- Parámetros Físico Químicos**

Las muestras de agua se tomaron en frascos de plástico directamente del cuerpo de agua, después de enjuagar el frasco con una pequeña cantidad de muestra, agitarlo y desechar el agua de lavado corriente abajo. Este proceso se realizó para eliminar posibles sustancias que podrían estar presentes en el interior del frasco y que podrían alterar los resultados. Las muestras se tomaron a una profundidad de 3.4 metros desde la

superficie del cuerpo de agua. No fue necesario llenar completamente los frascos, y en todo momento se evitó tocar la boca del frasco al tomar la muestra.

#### **- Parámetros Biológicos**

Para estos parámetros se necesitó frascos de vidrio que hayan sido esterilizados previamente y transportados al lugar de muestreo en condiciones óptimas de higiene. Durante la toma de muestras, se procuró mantener el frasco destapado el menor tiempo posible para evitar la entrada de sustancias extrañas que pudieran alterar los resultados. También se dejó un espacio libre en los frascos para permitir la homogeneización de las muestras, aproximadamente el 5% del volumen total del frasco, con el fin de evitar la muerte prematura de las bacterias.

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

Se emplearon las metodologías descritas según la norma ABNT 15.847 de 2010 y que fueron adaptadas de las normas ASTM D 6452:1999 y ASTM D 4448:2001MJ para toma de muestras de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

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

El análisis se llevó a cabo siguiendo las disposiciones establecidas en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

**Tabla 03:** Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua potable

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Color	Escala	15
Turbiedad	UCV Pt/Co	5
Conductividad (CE)	UNT	1500
Sólidos Totales Disueltos	$\mu\text{mho/cm}$	1000
pH	$\text{mgL}^{-1}$	6,5 a 8,5
Cloruros	Valor de pH	250
Sulfatos	$\text{mg Cl-L}^{-1}$	250
Dureza Total	$\text{mg So}_4 = \text{L}^{-1}$	500
Nitratos	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	50
Coliformes Totales	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C
	UFC/100 mL	UFC/100 mL a 35°C

UCV: Unidad de color verdadera

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad.

UFC = Unidad Formadora de Colonias

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano Decreto Supremo N°031- 2010-SA.

### 3.3.4. MATERIALES

#### Fase de campo

Para iniciar con las tomas de muestras en los manantiales de Cancharani y Santa Rosa, lo primero que se hará es contar con los materiales e implementos necesarios, que son:

- GPS
- Internet

- Movilidad
- Envases
- Guantes
- Mandil
- Barbijo
- Cuaderno de apuntes
- Bolígrafo
- Cooler
- Agua destilada 1 Litro
- Piseta de plástico (500ml)
- GPS
- Cámara Fotográfica
- Laptop
- USB

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

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

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Variable independiente</b>  Concentración de los  parámetros	Física	Color
		Turbiedad
		CE
		Sólidos totales disueltos
	Química	pH
		Cloruros
		Sulfatos
		Dureza total
		Nitratos
		Microbiológica
Coliformes fecales		
<b>Variable dependiente</b>  Calidad del agua, según D.S.  N° 031-2010-SA.	Calidad del Agua	Buena  Regular  Mala

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

#### a) Media aritmética

Dado el enfoque de nuestra investigación, hemos optado por emplear un análisis estadístico para extraer información significativa de cada una de las muestras recolectadas.

#### La media aritmética

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_n}{N}$$

Análisis de laboratorio

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{x})^2}{N}}$$

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 se compararon con los valores establecidos en los límites máximos permisibles y D.SN°031-2010-SA. 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 aplicaron técnicas de estadística descriptiva para presentar los datos a través de tablas y gráficos. Además, se utilizó el método de la prueba T de Student de estadística inferencial para evaluar las diferencias entre los valores de las pruebas.

## **CAPÍTULO IV**

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

#### **4.1. CALIDAD DEL AGUA DE MANANTIALES EN LA URBANIZACIÓN VILLA SANTA ROSA, CIUDAD DE PUNO - 2024**

##### **4.1.1. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES DE LA URBANIZACIÓN VILLA SANTA ROSA, DISTRITO DE PUNO, EN RELACIÓN A LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)**

Para determinar los valores físicoquímicos y microbiológicos del agua de los manantiales de Cancharani y Santa Rosa, se recolectaron tres muestras en puntos diferentes de muestreo el primer punto fue el manantial de Cancharani y el segundo punto fue el manantial de Santa Rosa y los análisis se realizaron en el laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Los valores obtenidos de los análisis físicoquímicos y microbiológicos de las muestras se presentan de forma ordenada y sistematizada, de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio del INIA.

**Tabla 05:** Concentración de los parámetros fisicoquímicos por repetición y media de los manantiales Cancharani y Santa Rosa.

Resultados de los parámetros fisicoquímicos por manantial							
Manantial			Cancharani		Santa Rosa		
Ítem	Parámetro	Unidad	Repeticiones	$\bar{X}$	Repeticiones	$\bar{X}$	
1	Color		1	Incoloro	<b>Incoloro</b>	Incoloro	<b>Incoloro</b>
			2	Incoloro		Incoloro	
			3	Incoloro		Incoloro	
2	CE	μS/cm	1	242,0	<b>238</b>	171,0	<b>168,66</b>
			2	231		165	
			3	241,0		170,0	
3	pH	Und . pH	1	6,75	<b>6,58</b>	6,82	<b>6,30</b>
			2	6,75		5,12	
			3	6,25		6,97	
4	Cloruros Cl	meq/L	1	1,50	<b>1,36</b>	2,50	<b>2,43</b>
			2	1,30		2,40	
			3	1,30		2,40	
5	Sulfatos	meq/L	1	0,25	<b>0,25</b>	0,75	<b>0,62</b>
			2	0,15		0,85	
			3	0,35		0,25	
6	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1	174,0	<b>172,67</b>	123,0	<b>123,67</b>
			2	164,0		133,0	
			3	180,0		115,0	
7	Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	1	26,05	<b>26,71</b>	0	<b>16,67</b>
			2	27,05		25,00	
			3	27,04		25,0	

			1	0,64		0,70	
8	Nitratos	meq/L	2	0,65	<b>0,63</b>	0,70	<b>0,70</b>
			3	0,60		0,70	
			1	4,75		0,58	
9	Turbiedad	NTU	2	3,70	<b>4,37</b>	1,08	<b>0,72</b>
			3	4,65		0,50	

Los resultados presentados en la tabla 05 sobre los análisis fisicoquímicos indican que el agua de ambos manantiales es de buena calidad para el consumo humano. Sin embargo, se observan algunas diferencias entre los dos manantiales. El agua del manantial Cancharani presentó una mayor conductividad eléctrica, dureza total y contenido de nitratos que en el agua del manantial Santa Rosa. Por otro lado, el agua del manantial Santa Rosa presentó un pH más bajo y una mayor turbiedad que el agua del manantial Cancharani.

**Tabla 06:** Concentración de los parámetros microbiológicos por repetición y media de los Manantiales Cancharani y Santa Rosa.

<b>Resultados de los parámetros microbiológicos por manantial</b>						
<b>Manantial</b>			<b>Cancharani</b>		<b>Santa Rosa</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Repeticiones</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>Repeticiones</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
<b>1</b>	<b>Coliformes Totales</b>	UFC/100 mL	<b>1</b>	4	<b>4</b>	4
			<b>2</b>	4		4
			<b>3</b>	4		4
<b>2</b>	<b>Termotolerantes</b>	UFC/100 mL	<b>1</b>	<1	<b>&lt;1</b>	<1
			<b>2</b>	<1		<1
			<b>3</b>	<1		<1

Los resultados observados en la tabla 06 muestran que el agua de los manantiales no cumpliría con este parámetro (microbiológico).

**Tabla 07:** Comparación de la concentración media de los parámetros del manantial Cancharani con los LMP D.S N°031- 2010.

<b>Comparación de la concentración media de los parámetros del manantial Cancharani</b>				
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Concentración <math>\bar{X}</math></b>	<b>LMP</b>	<b>Valoración</b>
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>				
Color		Incoloro		Cumple
Conductividad (CE)	$\mu\text{S/cm}$	238	1500	Cumple
pH	Und . pH	6,58	6,5 a 8,5	Cumple
Cloruros Cl	meq/L	1,36	250	Cumple
Sulfatos	meq/L	0,25	250	Cumple
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	172,67	1000	Cumple
Dureza Total	$\text{CaCO}_3$	26,71	500	Cumple
Nitratos	meq/L	0,63	50	Cumple
Turbiedad	NTU	4,37	5	Cumple
<b>Parámetros Microbiológico</b>				
Coliformes Totales	UFC/100 mL	4	0(*)	No cumple
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1	0(*)	No cumple

Se puede observar en la tabla 07 que, el agua del manantial Cancharani presenta una calidad fisicoquímico aceptable, Sin embargo, el agua no es segura para el consumo

humano sin tratamiento previo debido a la presencia de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes.

**Tabla 08:** Comparación de la concentración media de los parámetros del manantial Santa Rosa con los LMP D.S N°031- 2010.

<b>Comparación de la concentración media de los parámetros del manantial Santa Rosa</b>				
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Concentración <math>\bar{X}</math></b>	<b>LMP</b>	<b>Valoración</b>
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>				
Color		Incoloro		Cumple
Conductividad (CE)	$\mu\text{S/cm}$	168,66	1500	Cumple
pH	Und. pH	6,30	6,5 a 8,5	cumple
Cloruros Cl	meq/L	2,43	250	Cumple
Sulfatos	meq/L	0,62	250	Cumple
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	123,67	1000	Cumple
Dureza Total	$\text{CaCO}_3$	16,67	500	Cumple
Nitratos	meq/L	0,70	50	Cumple
Turbiedad	NTU	0,72	5	Cumple
<b>Parámetros Microbiológico</b>				
Coliformes Totales	UFC/100 mL	4	0(*)	No cumple
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1	0(*)	No cumple

Como se observa en la tabla 08 el agua del manantial Santa Rosa presenta una calidad físicoquímico aceptable para el consumo humano, con la excepción de los Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes, que superan los LMP microbiológicos por lo tanto, el agua no es segura para el consumo humano sin tratamiento previo.

**Tabla 09:** Prueba T-Student de diferencias de medias

valor de prueba=0					
Parámetro	t	gl	Sig.(bilateral)	Diferencia de medias	Intervalo de confianza diferencia (95%)
pH	0,45	4	0,67	0,28	(-1,43 ; 1,99)
Sólidos Totales Disueltos	7,008	4	0,00	49,00	(29,59 ; 68,41)
Turbidez	9,58	4	0,00	3,64	(2,59 ; 4,70)
Conductividad Eléctrica	17,46	4	0,00	69,33	(58,31; 80,36)
Dureza Total	1,21	4	295,00	10,05	(-13,11 ; 33,20)
Cloruros	14,31	4	0,08	1,07	(-1,27 ; -0,86)
Sulfatos	1,89	4	132,00	367,00	(-0,91 ;173,00)
Nitratos	4,58	4	0,01	70,00	(-112,00 ; -28,00)

En la tabla 14, se muestra que existen diferencias significativas entre los dos manantiales en cuanto a turbidez, conductividad eléctrica, cloruros, sólidos totales disueltos y nitratos. Esto significa que estas características del agua son realmente diferentes en los dos manantiales, y no es solo una cuestión de azar.

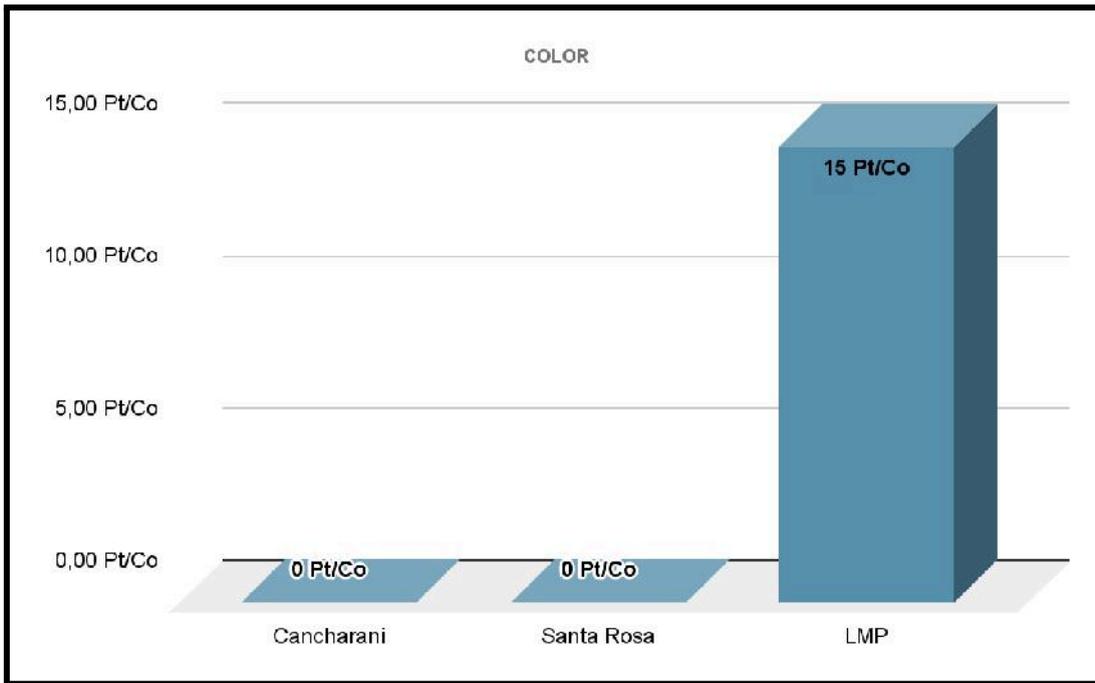
## **4.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES DE LA URBANIZACIÓN VILLA SANTA ROSA DISTRITO DE PUNO 2024**

### **4.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS 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 tres fechas siendo el 27 de marzo del 2024, 01 de abril 2024 y 03 de abril 2024, para cada parámetro evaluado se detallan a continuación:

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

El color del agua de los manantiales de Cancharani y Santa Rosa se evaluó en la unidad de Color Verdadero de Escala (Pt/Co). Los resultados mostraron valores de 0, lo que indica que el agua es incolora en ambos puntos de muestreo, lo cual está muy por debajo del estándar de 15 NTU permitido según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA). Por lo tanto, en cuanto a este parámetro, el agua de los manantiales de Cancharani y Santa Rosa cumple con el estándar nacional.

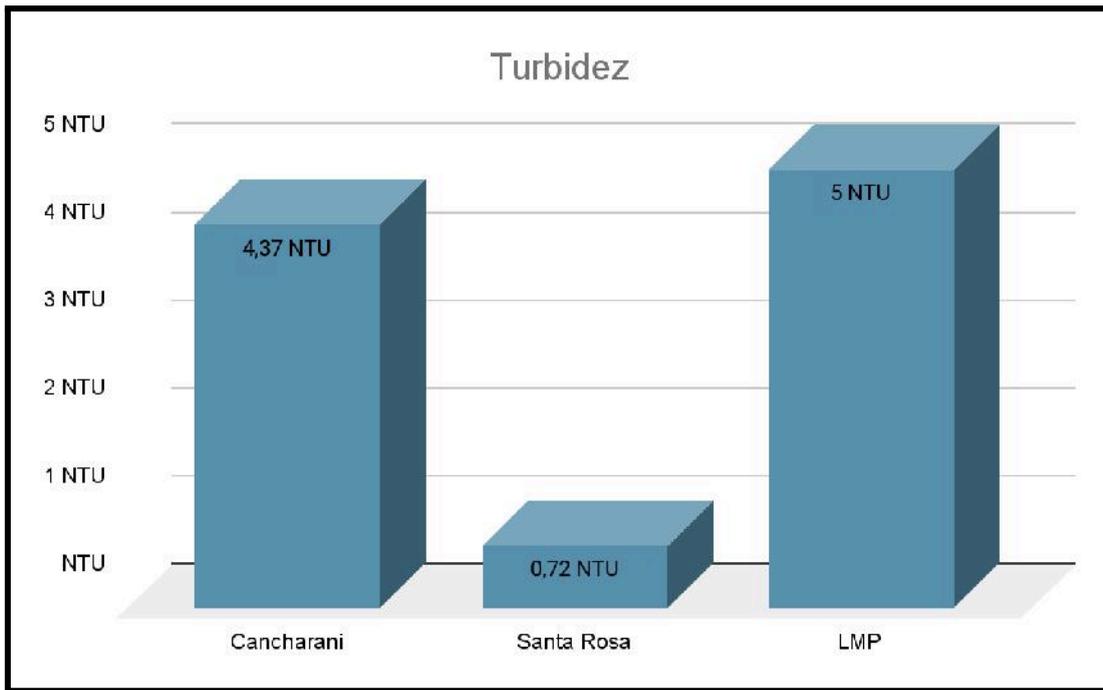


**Figura 03:** Valor promedio del color del agua de los manantiales urbanización Villa Santa Rosa.

En comparación con los antecedentes regionales, se ha encontrado que el valor de 0 de acuerdo a la escala se encuentra por debajo de los hallazgos del estudio realizados por Choque (2021) sobre manantiales; quien determinó que el color del agua en el manantial Unkiñani fue evaluado en la unidad de Color verdadero de escala (Pt/Co), y los resultados mostraron valores de 0, lo que indica que el agua es incolora en los puntos Funku 1 (0 Pt/Co), Funku 2 (0 Pt/Co) y en la media (0 Pt/Co). Estos valores están significativamente por debajo del estándar de 15 LMP.

#### 4.2.1.2 Análisis del parámetro turbiedad

Según los datos la turbidez del agua de los manantiales de Cancharani y Santa Rosa muestra valores que no superan el estándar de 5 NTU establecido por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA. Los valores de turbidez de las muestras de Cancharani y Santa Rosa son 4,37 NTU y 0,72 NTU respectivamente; estos valores indican que el agua de los manantiales cumplen con el estándar nacional de calidad en cuanto a turbidez.



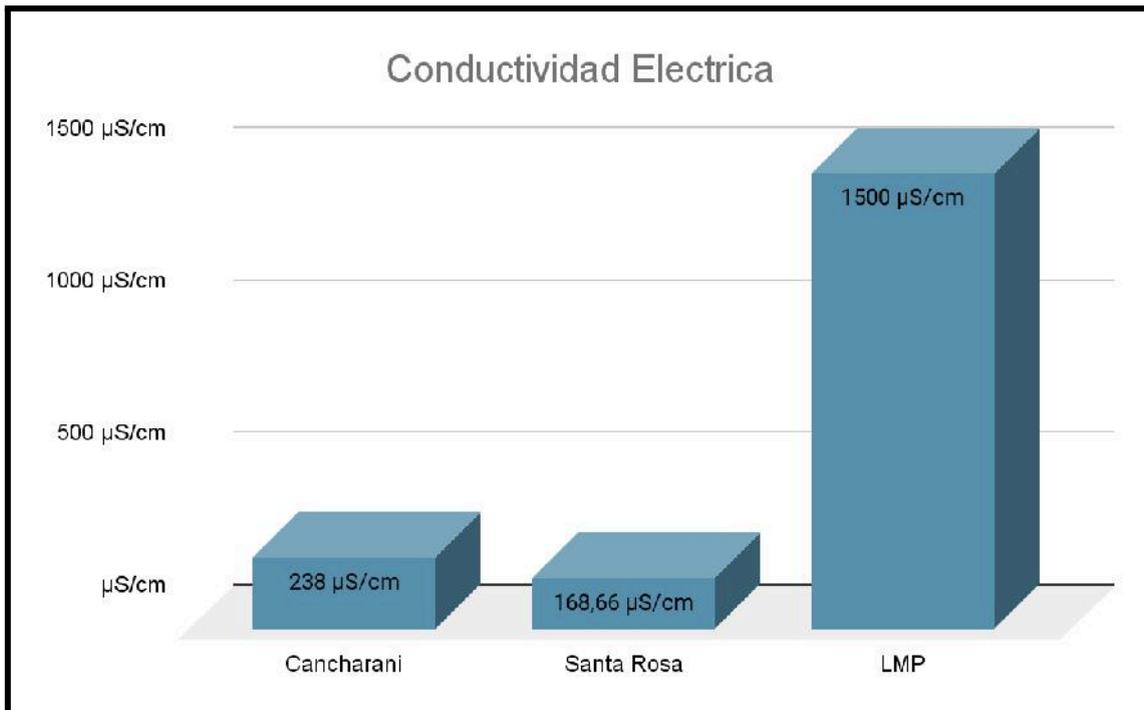
**Figura 04:** Valor promedio de la turbiedad del agua de los manantiales de Villa Santa Rosa.

Los resultados del análisis de la turbiedad presentados en la figura 04 de los manantiales Cancharani y Santa Rosa revelan una diferencia notable en sus valores medios. El manantial Cancharani presenta una turbidez media de 4,37 NTU, mientras que el manantial Santa Rosa muestra un valor significativamente menor de 0,72 NTU. En relación a los resultados, Sandoval (2021) registró un promedio de 1,34 NTU en el análisis de turbiedad, el cual se encuentra dentro de los niveles normales observados en los pozos del centro poblado de Moro, Paucarcolla. Es importante destacar que, aunque ambos valores de turbiedad se encuentran por debajo del límite máximo permisible (LMP) establecido en el Decreto Supremo N°031-2010 (5 NTU), la diferencia entre los dos manantiales sugiere que el agua del manantial Santa Rosa es de mejor calidad en términos de turbiedad. A su vez Mamani (2022) encontró valores de turbiedad en los manantiales Huayllani y Occororo Pujó se encuentran por debajo del límite máximo permisible de 5 NTU establecido en la normativa peruana. Comparando estos resultados con los valores medios de turbiedad de los manantiales Cancharani (4,37 NTU) y Santa

Rosa (0,72 NTU), se puede observar que, en el manantial Cancharani; la turbiedad media es ligeramente inferior al límite máximo permisible, pero superior a los valores encontrados en Huayllani y Occororo Pujo; esto sugiere que la calidad del agua en términos de turbiedad podría ser mejor en los manantiales. Santa Rosa; la turbiedad media de Santa Rosa es considerablemente menor que el límite máximo permisible y muy inferior a los valores de los otros manantiales. Esto indica una excelente calidad del agua en términos de turbiedad.

#### 4.2.1.3 Análisis del parámetro conductividad eléctrica

Según los datos previos, la conductividad del agua de los manantiales de Cancharani y Santa Rosa se encuentra en un nivel adecuado. Los valores de conductividad de la muestra de Cancharani y Santa Rosa son 238  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 168,66  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente. Estos valores están por debajo del límite máximo permitido según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, lo que indica que el agua de los manantiales cumplen con el estándar nacional en cuanto a conductividad eléctrica.



**Figura 05:** Valor promedio de conductividad del agua de los manantiales de Villa Santa Rosa.

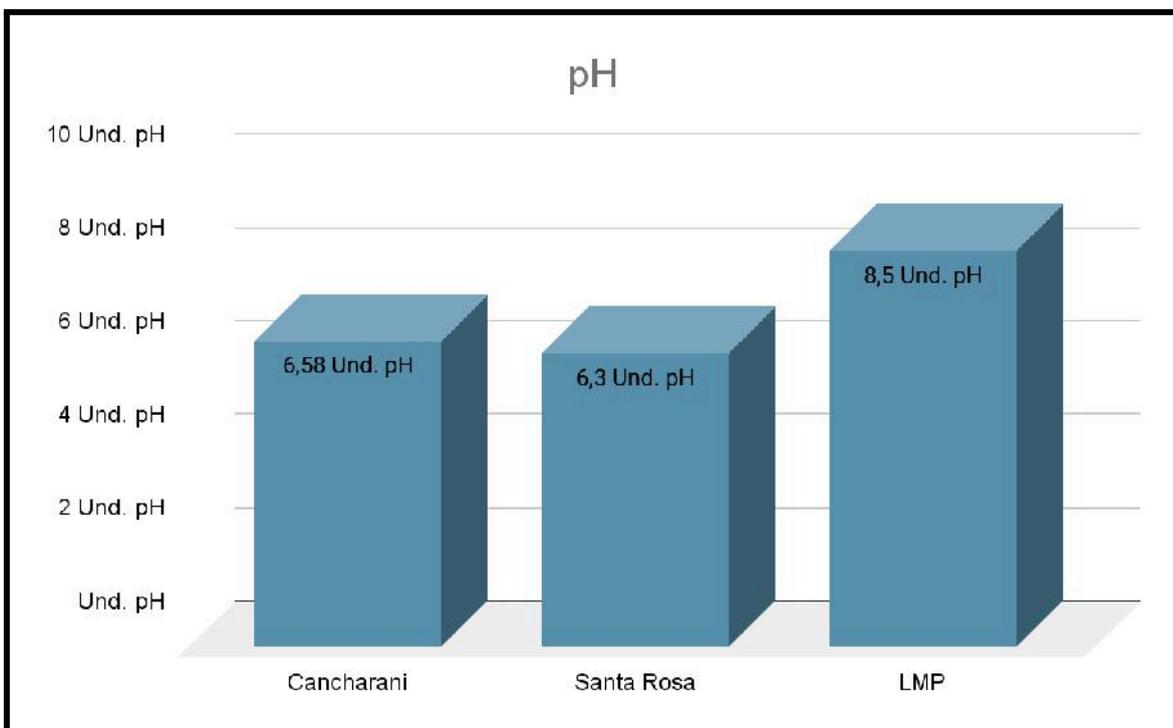
El Indicador de Conductividad Eléctrica de los valores medios del manantial Cancharani con 238  $\mu\text{S}/\text{cm}$  es ligeramente superior al de Santa Rosa con 168,66  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ambos valores están por debajo del límite máximo permisible (LMP) de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  establecido por la normativa peruana (Decreto Supremo N° 031-2010-SA), lo que indica que ambas fuentes son seguras para el consumo humano en términos de contenido de sales.

Comparado con otros estudios, los resultados de conductividad de los manantiales de Cancharani y Santa Rosa muestran un desempeño favorable. Por ejemplo, en el estudio de García (2021) sobre la laguna Choclococha, se encontró una conductividad eléctrica de 209,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , A Su vez Marca (2023) en su tesis analizó la calidad del agua subterránea en la Urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, y reportó un valor promedio de conductividad eléctrica de 271,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Este valor es similar al encontrado en el manantial Cancharani y ligeramente superior al de Santa Rosa. Esto sugiere que la

calidad del agua en términos de CE en las tres repeticiones de muestreo son comparables y se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

#### 4.2.1.4 Análisis del parámetro pH

Los resultados de pH del agua de los manantiales Cancharani y Santa Rosa muestran valores de 6,58 y 6,30 respectivamente para las muestras, lo cual indica que están dentro del rango permitido (6,5 - 8,5) según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA, esto indica que el agua se encuentra en un rango adecuado para el consumo humano.



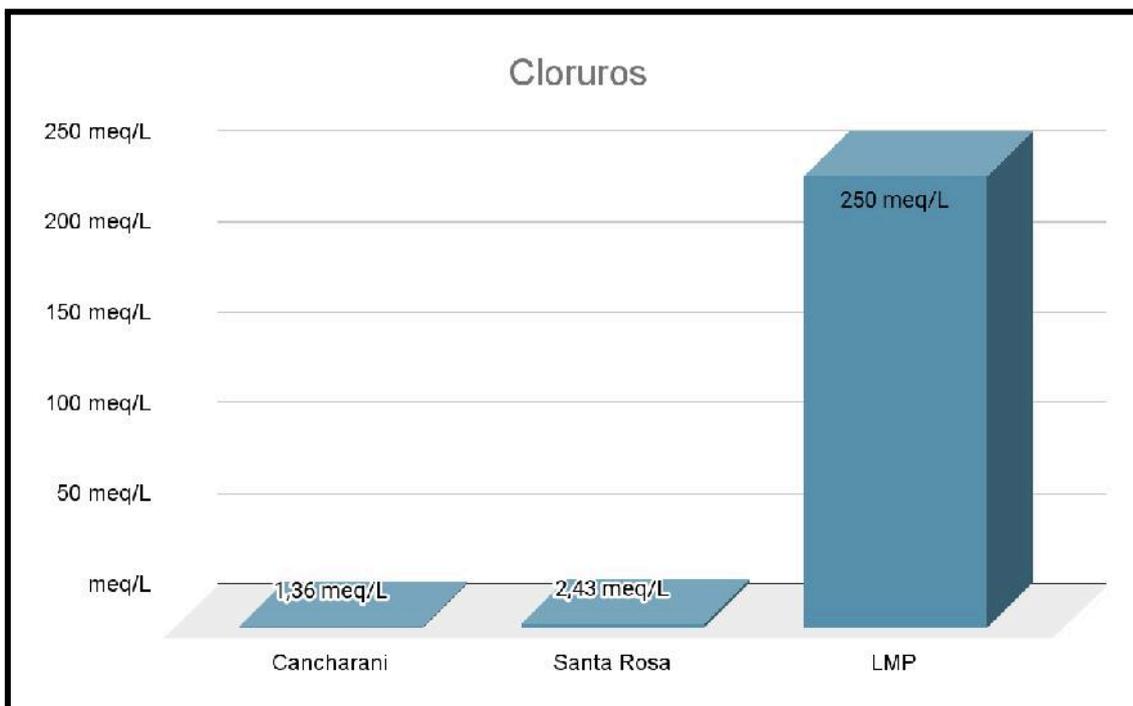
**Figura 06:** Valor promedio del pH del agua de los Manantiales de Villa Santa Rosa.

Los valores del pH de los manantiales Cancharani 6,58 y Santa Rosa 6,30 considerados como ligeramente ácidos, resaltando que el valor del manantial Cancharani se encuentra dentro del rango aceptable (6,5 - 8,5) según la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA). Es importante destacar que estos valores son significativamente menores a los reportados por Espinoza (2023), para el río Coata (8,11 y 8,27), lo que puede atribuirse a la diferencia en la naturaleza de las fuentes de agua: los manantiales son aguas

subterráneas, mientras que el río Coata es un cuerpo de agua superficial. Los valores de pH de los manantiales Cancharani 6,58 y Santa Rosa 6,30 son ligeramente ácidos, pero solo el valor de Santa Rosa está por debajo del límite inferior 6,5 establecido por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA).

#### 4.2.1.5 Análisis del parámetro cloruros

Los niveles de cloruros medios de los manantiales Cancharani (1,36 meq/L) y Santa Rosa (2,43 meq/L) son considerablemente inferiores al límite máximo permisible (LMP) de 250 meq/L establecido por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA). Esto indica que ambas fuentes son seguras para el consumo humano en términos de contenido de cloruros.



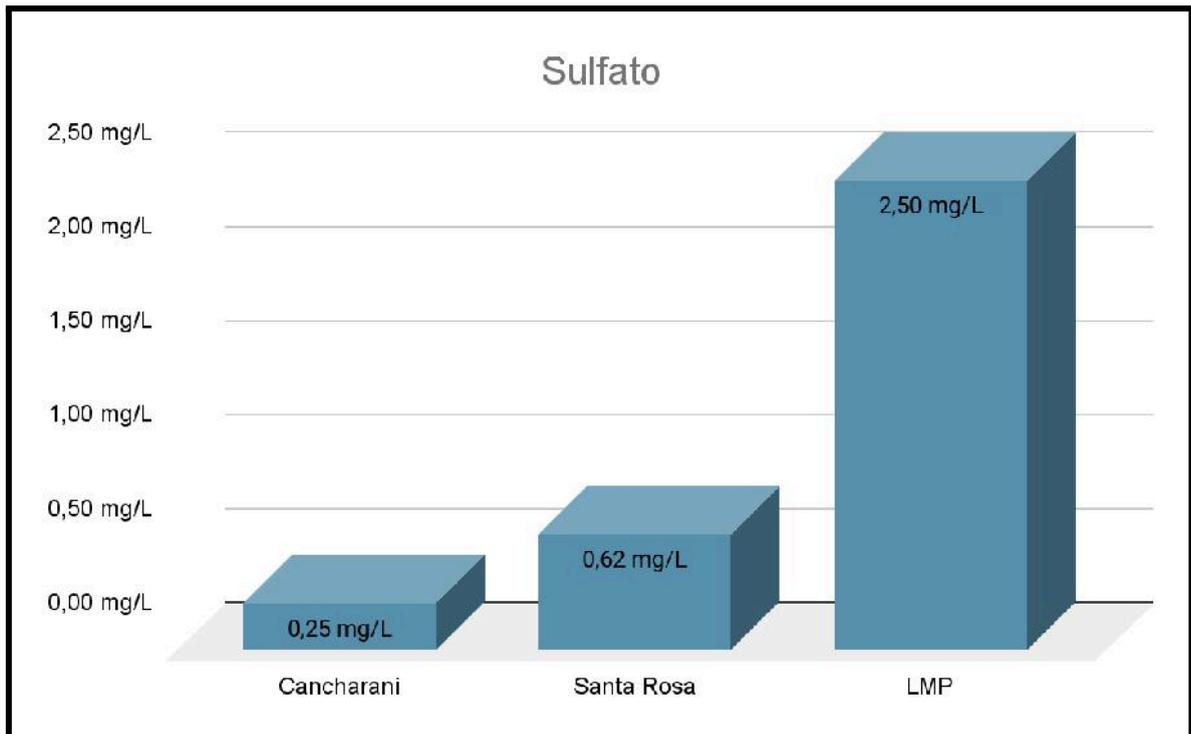
**Figura 07:** Valor promedio de Cloruros del agua de los manantiales de villa santa rosa.

Los niveles de cloruros medios de los manantiales Cancharani con 1,36 meq/L y Santa Rosa con 2,43 meq/L son considerablemente inferiores al límite máximo permisible (LMP) de 250 meq/L establecido por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA), lo que indica que ambas fuentes son seguras para el consumo humano en términos de concentración

de cloruros; al respecto el estudio de Chalco (2023), reportó un valor constante de cloruros 2,5 mg/L en cuatro puntos de muestreo del manantial Marampampa, cumpliendo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua potable. En comparación, Cancharani presenta niveles ligeramente inferiores a Marampampa, mientras que Santa Rosa muestra valores muy similares. Estos hallazgos sugieren que la calidad del agua en términos de contenido de cloruros es similar en los tres manantiales y se encuentran dentro de los límites permisibles, lo que indica un origen principalmente natural y ausencia de contaminación significativa por fuentes antropogénicas.

#### 4.2.1.6 Análisis del parámetro sulfatos

Los niveles de sulfatos medios en los manantiales Cancharani con 0,25 meq/L y Santa Rosa con 0,62 meq/L son significativamente inferiores al límite máximo permisible 250 meq/L establecido por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA). Esto indica que el agua de ambos manantiales es segura para el consumo humano en términos de concentración de sulfatos.

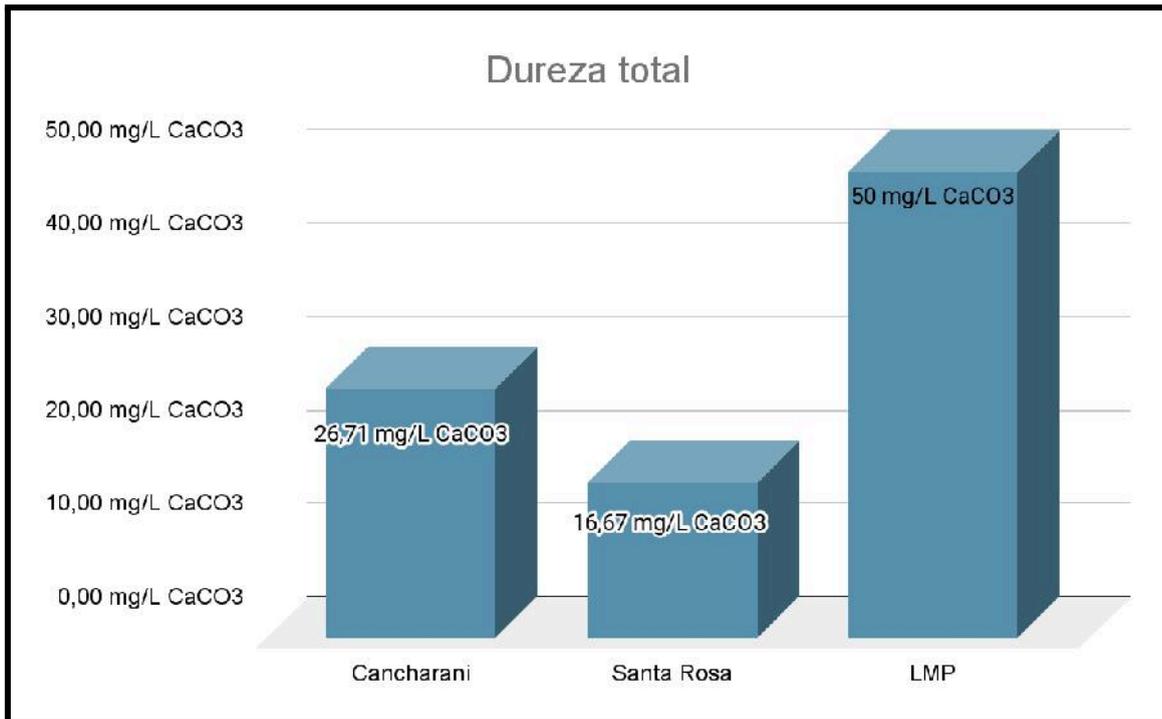


**Figura 08:** Concentración de sulfatos primera repetición del agua proveniente de los Manantiales de Villa Santa Rosa.

Los niveles de concentración de sulfatos de los manantiales Cancharani con 0,25 meq/L y Santa Rosa con 0,62 meq/L son significativamente inferiores al límite máximo permisible 250 meq/L establecido por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA). Estos valores también son inferiores a los reportados por Sarmiento (2023), para pozos en la zona periférica de Desaguadero, donde el promedio fue de 51,39 mg/L. Esta diferencia podría deberse a las diferencias entre las zonas de estudio, así como a la posible influencia de actividades humanas en la zona de Desaguadero.

#### 4.2.1.7 Análisis del parámetro dureza total

Los valores medios de dureza total en los manantiales Cancharani (26,71 mg/L CaCO<sub>3</sub>) y Santa Rosa (16,67 mg/L CaCO<sub>3</sub>) son considerados bajos encontrándose muy por debajo del límite máximo permisible (LMP) de 500 mg/L CaCO<sub>3</sub> establecido por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA). Estos valores indican que el agua de ambos manantiales es "blanda" y no presentaría problemas relacionados con la dureza.



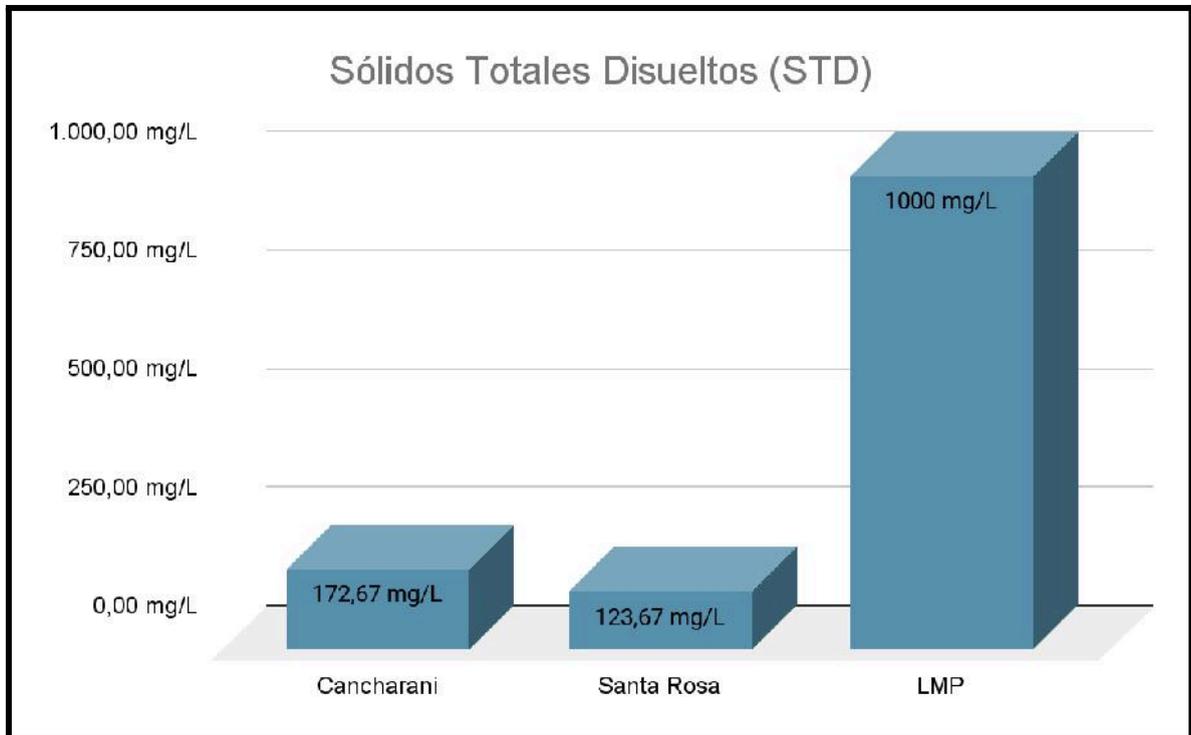
**Figura 09:** Valor medio de la Dureza Total del agua de los manantiales de villa santa rosa.

La figura 09 muestra de dureza total en los manantiales Cancharani con (26,71 mg/L CaCO<sub>3</sub>) y Santa Rosa con (16,67 mg/L CaCO<sub>3</sub>) considerados bajos por encontrarse muy por debajo del límite máximo permisible (LMP) de 500 mg/L CaCO<sub>3</sub> establecido por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA). En el estudio de Condori (2023), se encontró un valor de dureza total de 566,20 mg/L CaCO<sub>3</sub> en el agua de pozo del barrio Azoguini en Puno, superando el límite máximo permisible. Este valor es muy superior en comparación a los valores encontrados en los manantiales Cancharani y Santa Rosa, lo que sugiere que la dureza del agua subterránea en la región puede variar significativamente dependiendo de la ubicación y las características geológicas del área.

#### 4.2.1.8 Análisis del parámetro sólidos totales disueltos

Los resultados de los manantiales Cancharani y Santa Rosa, cuyos valores medios de STD son 172,67 mg/L y 123,67 mg/L, respectivamente. Ambos valores están muy por debajo del límite máximo permisible (LMP) de 1000 mg/L establecido por la normativa

peruana (D.S. N° 031-2010-SA). Esto indica que el agua de ambos manantiales es de buena calidad en cuanto al contenido de sólidos disueltos calificando como segura para el consumo humano.



**Figura 10:** Valor medio de sólidos totales disueltos del agua de los manantiales de Villa Santa Rosa.

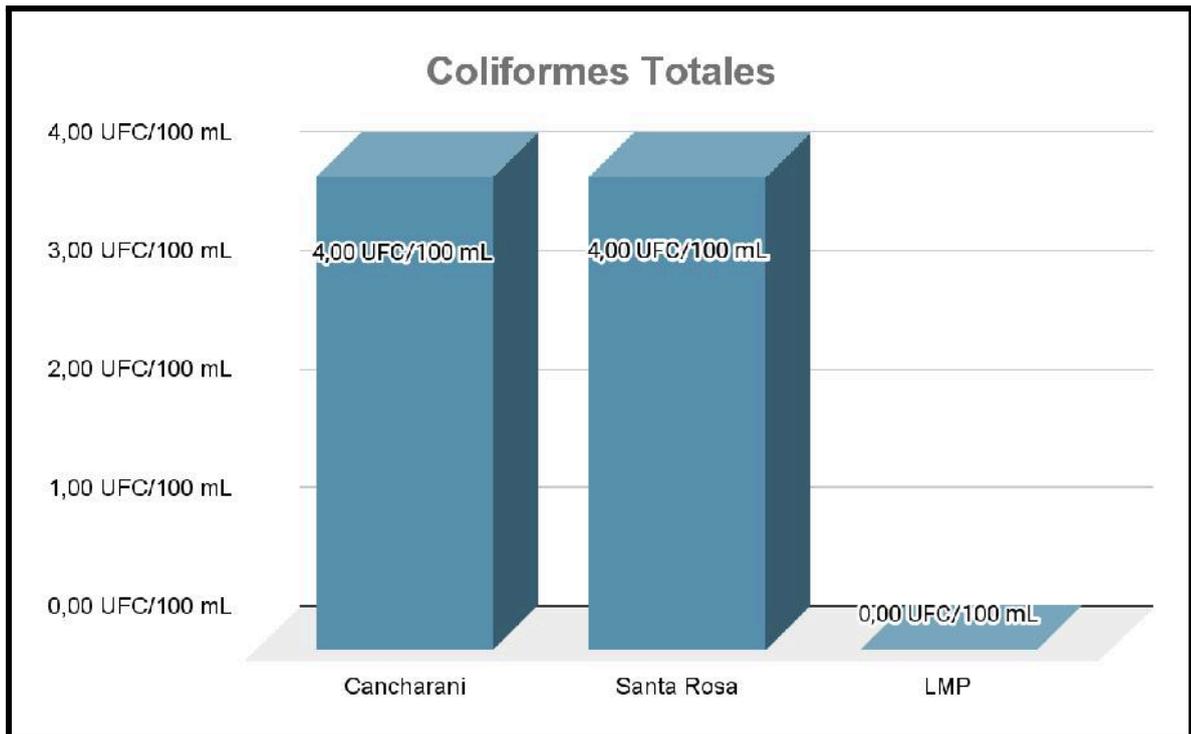
En la figura 10 indican que los valores medios de sólidos totales disueltos (STD) en los manantiales Cancharani (172,67 mg/L) y Santa Rosa (123,67 mg/L) son considerablemente inferiores al límite máximo permisible (LMP) de 1000 mg/L establecido por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA). Estos valores indican que el agua de ambos manantiales es apta para el consumo humano en términos de contenido de sólidos disueltos. En el estudio de Calla (2023) se analizaron los sólidos totales disueltos en pozos del barrio 2 de Mayo de la ciudad de Puno. Los valores obtenidos oscilaron entre 91,6 mg/L y 143,1 mg/L, siendo similares a los valores encontrados en los manantiales Cancharani y Santa Rosa. Esto sugiere que la calidad del agua en términos de sólidos totales disueltos es comparable entre los pozos y los manantiales, ya que

todos ellos presentan valores muy por debajo del límite máximo permisible. La similitud en los valores de STD entre los diferentes estudios podría indicar que las fuentes de agua subterránea en la zona periférica de la ciudad de Puno presentan, en términos generales, una baja concentración de sólidos disueltos, lo que es un indicador positivo de la calidad del agua.

#### **4.2.2. CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DE LOS MANANTIALES DE LA URBANIZACIÓN VILLA SANTA ROSA, DISTRITO DE PUNO, EN RELACIÓN A LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)**

##### **4.2.2.1 Análisis del parámetro coliformes totales**

Los resultados de los análisis microbiológicos de los manantiales Cancharani y Santa Rosa indican la presencia de coliformes totales, con valores de 4 UFC/100 mL en ambos casos. Sin embargo, es importante destacar que la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA) establece un límite máximo permisible de 0 UFC/100 mL para coliformes totales en agua destinada al consumo humano. Estos resultados sugieren que ambos manantiales presentan contaminación fecal, lo que representa un riesgo potencial para la salud de los consumidores. La presencia de coliformes totales puede indicar la existencia de otros microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos, los cuales pueden causar enfermedades gastrointestinales entre otras de carácter infeccioso.



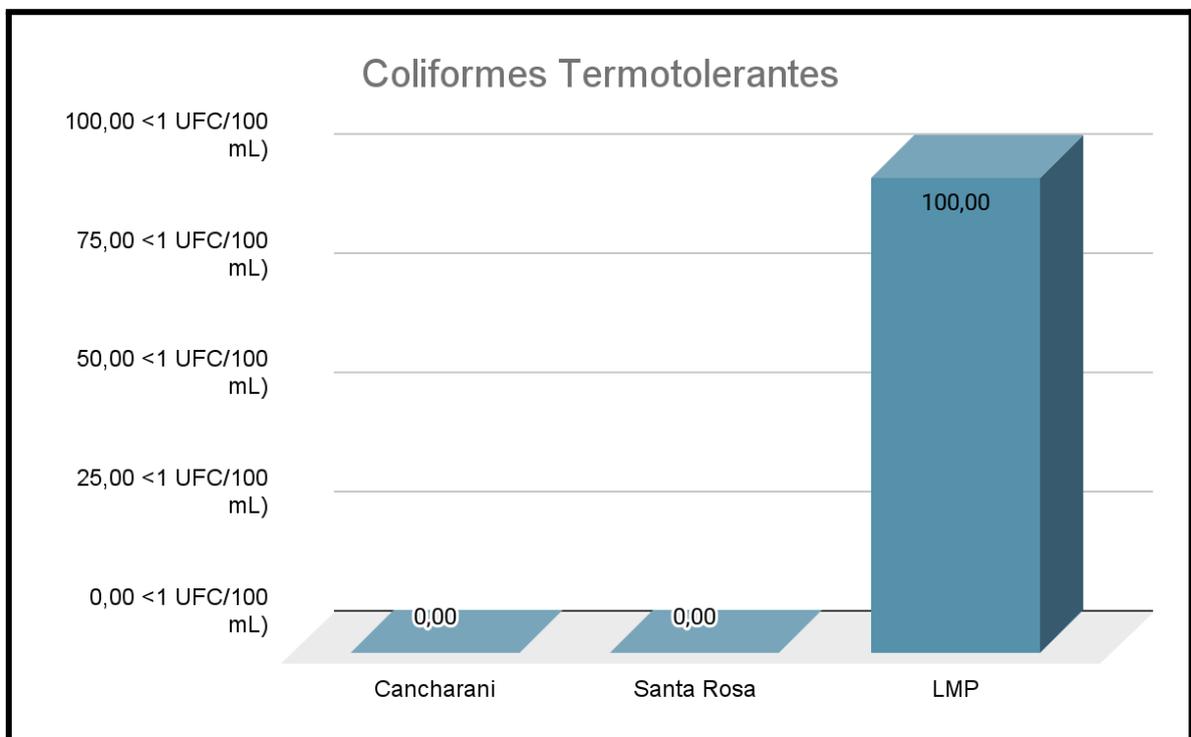
**Figura 11:** Concentración media de coliformes totales en manantiales Cancharani y Santa Rosa comparados con el LMP establecido en el D.S N° 031-2010-SA.

Observando Los resultados en la figura 11 sobre los análisis microbiológicos de los manantiales Cancharani y Santa Rosa indican la presencia de coliformes totales, con valores de 4 UFC/100 mL en ambos casos. Sin embargo, es importante destacar que la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA) establece un límite máximo permisible de 0 UFC/100 mL para coliformes totales en agua destinada al consumo humano. Estos resultados sugieren que ambos manantiales presentan contaminación fecal, lo que representa un riesgo potencial para la salud de los consumidores. La presencia de coliformes totales puede indicar la existencia de otros microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos, que pueden causar enfermedades gastrointestinales y otras infecciones. Comparando estos resultados con los hallazgos de Ccapa (2024), se observa una diferencia significativa ya que se encontraron valores de coliformes totales que oscilan entre 7,2 y 290 NMP/100 ml en el sector Tunuhuari Grande del Centro Poblado de Ichu, superando ampliamente los límites permisibles y los valores

encontrados en los manantiales Cancharani y Santa Rosa. Esto sugiere que la contaminación fecal en esta zona es aún más grave que en los manantiales Cancharani y Santa Rosa.

#### 4.2.2.2 Análisis del parámetro coliformes termotolerantes

Los valores de coliformes termotolerantes para los manantiales Cancharani (<1 UFC/100 mL) y Santa Rosa (<1 UFC/100 mL) indican que no se detectaron bacterias de este tipo en las muestras analizadas. Esto es un indicador positivo de la calidad microbiológica del agua, ya que este tipo de bacteria se asocia directamente con la contaminación fecal y la presencia de patógenos que pueden causar enfermedades gastrointestinales.



**Figura 12:** Concentración de coliformes termotolerantes de la primera repetición.

Los valores de coliformes termotolerantes para los manantiales Cancharani (<1 UFC/100 mL) y Santa Rosa (<1 UFC/100 mL) indican que no se detectaron bacterias de este tipo en las muestras analizadas. Esto contrasta con los hallazgos de Ccapa (2024), quien reportó valores de coliformes termotolerantes entre 3,6 y 93 NMP/100 ml en el sector Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu, superando ampliamente los límites

permisibles establecidos por la normativa peruana. La ausencia de coliformes termotolerantes en Cancharani y Santa Rosa es un indicador positivo de la calidad microbiológica del agua, ya que este tipo de bacteria se asocia directamente con la contaminación fecal y la presencia de patógenos que pueden causar enfermedades gastrointestinales.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La calidad del agua de los manantiales Cancharani y Santa Rosa en la urbanización Villa Santa Rosa, distrito de Puno, presenta una calidad fisicoquímica aceptable según los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Sin embargo, ambos manantiales presentan contaminación microbiológica por coliformes totales, lo que las hace no aptas para el consumo humano sin un previo tratamiento de desinfección.

**SEGUNDA:** Realizados los análisis de laboratorio los resultados de los parámetros fisicoquímicos color, conductividad eléctrica, pH, cloruros, sulfatos, sólidos totales disueltos, dureza total, nitratos y turbidez, cumplen con los límites máximos permisibles establecidos por la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA) por consiguientes son aptas para consumo humano.

**TERCERA:** Los resultados de los análisis microbiológicos revelan la presencia de contaminación fecal en ambos manantiales, evidenciada por la detección de coliformes totales en todas las muestras analizadas. Sin embargo, la ausencia de coliformes termotolerantes sugiere que la contaminación no es reciente y podría deberse al paso por zonas contaminadas, lo que constituye un riesgo potencial para la salud de los que la consuman.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** A la Municipalidad de Puno monitorear periódicamente la calidad del agua de los manantiales Cancharani y Santa Rosa, e implementar prácticas de saneamiento adecuadas en las áreas circundantes, así como la educación de la comunidad sobre la importancia de proteger las fuentes de agua y asegurar su calidad a largo plazo.

**SEGUNDA:** A los Vecinos de la urbanización Villa Santa Rosa solicitar el apoyo a la municipalidad de Puno para implementar un sistema de tratamiento de los manantiales Cancharani y Santa Rosa, que incluya un proceso de desinfección y garantizar la calidad del agua para consumo humano.

**TERCERA:** A futuros investigadores realizar estudios detallados para identificar las posibles fuentes de contaminación fecal que afectan a los manantiales y sugerir medidas para controlar y prevenir dicha contaminación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2020). ANA difundió resultados de la calidad del agua de 91 puntos identificados en Puno. Recuperado 16 de enero de 2024, de <https://www.gob.pe/institucion/ana/noticias/323432-ana-difundio-resultados-de-la-calidad-del-agua-de-91-puntos-identificados-en-puno>
- Ayala, S. R. (2022). Evaluación de la Calidad del Agua de Riego Proveniente de la Acequia Tilipulo Enríquez-Cotopaxi Mediante la Relación de Absorción de Sodio (RAS). *Revista Politécnica*, 49(2), 55-64. <https://doi.org/10.33333/rp.vol49n2.06>
- Calente, T. J. N. (2021). Physical-chemical and microbiological quality of water used for public supply in the municipality of Alvorada D'Oeste, Rondônia, Brazil. *Research, Society and Development*, 10(11), e198101119357. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19357>
- Calla Parillo, M. E. (2023). Evaluación del índice de calidad del agua en pozos del barrio 2 de mayo de la ciudad de Puno, 2022. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/471>
- Ccapa Huayta, L. C. (2024). Calidad del agua para consumo humano del sector Tunuhuirí Grande centro poblado de Ichu—Puno—2023. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/827>
- Challco Jimenez, G. K. (2023). Determinación de la calidad del agua para consumo humano del manantial Marampampa distrito de Ocobamba, Cusco 2023. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/532>
- Choque Mestas, P. G. (2021). Determinación de valores físicos y químicos en el manantial Unkuñani, según la normativa vigente en el Barrio Alto Huascar Puno 2020. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./239>

- Concepcion, M. C. (2021). *Determinación de índice simplificado de calidad de agua en el río Chili, Arequipa 2019*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12585>
- Condori quispe, P. A. (2023). *Evaluación de parámetros físico químico y microbiológico del agua de pozo para consumo humano en el barrio Azoguini de la Ciudad de Puno—2023*. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/629>
- Duarte, L. (2022). *Evaluación de la calidad del agua del manantial “El Paraíso” en Santiago de Cuba*. *Revista Cubana de Química*, 34(2), 303-314.
- Espinoza Zapana, A. (2023). *Determinación de los parámetros físicos y químicos en las aguas superficiales del río Coata, (puente independencia) zona baja – Distrito de Coata 2022*. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/488>
- Ezcurra, A. J. V. (2022). *Valoración económica de bienes y servicios ambientales de la Laguna Conache, Laredo (La Libertad, Perú)*.
- Fuentes, M. A. M. (2021). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de sacsamarca, región ayacucho, Perú*.
- García Ahuite, M. E. (2021). *Estudio y determinación física, química y bacteriológica del agua del río Momón—Punchana*.
- Huaquisto Ramos, B. (2024). *Calidad del agua de las captaciones Chichicapac y Jatun Pinaya del distrito de Macusani – Carabaya, 2023*. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/840>
- Mamani, C. B. T. (2020). *Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú*. *Revista de Salud Pública*, 18(6), 904-912. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n6.55008>
- Mamani Cajia, R. (2022). *Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los manantiales Huayllani y Occororo Pujo para consumo humano en*

- la Comunidad Añavile Distrito Cabana-San Roman-Puno-2021. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/S.A.C./236>*
- Marca Añasco, J. G. (2023). Determinación de los parámetros bacteriológicos y fisico-químicos del agua subterránea para el consumo humano, en la Urbanización Magisterial, Zona 4 Totorani—Alto Puno—2022. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/493>*
- MINSA. (2023). Puno: MINSA monitoreó la calidad del agua y suelo ante el afloramiento de agua ocurrido en el distrito de Paratia | DIGESA. Recuperado 16 de enero de 2024, de <http://www.digesa.minsa.gob.pe/noticias/abril2023/nota41.asp>*
- Nieto. (2021). La gestión del agua: Tensiones globales y latinoamericanas. Política y cultura, (36), 157-176.*
- OECD. (2021). Gobernanza del Agua en Perú. <https://doi.org/10.1787/f826f55f-es>*
- Peralta. (2021). Insights from Water Quality of High Andean Springs for Human Consumption in Peru. *Water*, 13(19), 2650. <https://doi.org/10.3390/w13192650>*
- Rojas, R. P. (2021). calidad de agua para consumo poblacional, en la localidad de ocuviri, distrito de ocuviri, provincia de lampa – puno.*
- Rossel, L. J. (2022). Quality Control of Drinking Water in the City of Ilave, Region of Puno, Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10779. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710779>*
- 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. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/S.A.C./243>*
- Sarmiento Mena, N. (2023). Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua de pozos para consumo humano de la zona periférica de la ciudad de Desaguadero – Puno*

2022. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de  
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/647>

*Tchoumou. (2023). Physicochemical and microbiological quality of spring water consumed by the inhabitants of the districts of Madibou in Brazzaville, Republic of CONGO. World Journal of Advanced Research and Reviews, 17(3), 356-364. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.17.3.0240>*

*UNESCO. (2023, marzo 25). Riesgo inminente de una crisis mundial del agua (UNESCO/ONU-Agua) | unesco. Recuperado 17 de enero de 2024, de <https://www.unesco.org/es/articles/riesgo-inminente-de-una-crisis-mundial-del-agua-a-unesco/onu-agua>*

## ANEXOS



de Puno 2024	manantiales de la en el D.S. N°	Coliformes	A y Análisis de
exceden los límites urbanización Villa Santa 031-2010-SA.		totales	Laboratorio.
máximos Rosa, distrito de Puno, en -Algunos parámetros		Coliformes	
permisibles (LMP)? relación a los límites microbiológicos en el agua		fecales	
-¿Qué parámetros máximos permisibles precedente de los <b>Dependent</b>			
microbiológicos de (LMP) de acuerdo al manantiales de la e			
las aguas de los D.SN°031-2010-SA. urbanización Villa Santa			
manantiales de la -Determinar la Rosa en el distrito de Puno		Buena	
urbanización Villa concentración de los 2024, no cumple con los		Regular	
Santa Rosa distrito parámetros Límites Máximos D.S. N°		Mala	
de Puno 2024 microbiológicos del agua Permisibles establecidos 031-2010-S			
exceden los límites de los manantiales de la en el D.SN°031-2010-SA. A.			
máximos urbanización Villa Santa			
permisibles (LMP)? Rosa, distrito de Puno, en			
relación a los límites			
máximos permisibles			
(LMP) de acuerdo al			
D.SN°031-2010-SA.			

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.*

*Olivera A.*

*D. L. C.*



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. Akce 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 Ch.

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 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 del 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 ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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



**ANEXO 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)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	$\text{mg L}^{-1}$	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} \text{L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{-} \text{L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	$\text{mg N L}^{-1}$	1,5
12. Hierro	$\text{mg Fe L}^{-1}$	0,3
13. Manganeso	$\text{mg Mn L}^{-1}$	0,4
14. Aluminio	$\text{mg Al L}^{-1}$	0,2
15. Cobre	$\text{mg Cu L}^{-1}$	2,0
16. Zinc	$\text{mg Zn L}^{-1}$	3,0
17. Sodio	$\text{mg Na L}^{-1}$	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 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



## Anexo 03: Manual ASTM D 4448:2001MJ

### **Lineamientos generales para el muestreo de agua subterránea en pozos de monitoreo**

**Objetivo:** describir las operaciones generales a llevar a cabo antes y durante la toma de muestras de agua subterránea en pozos de monitoreo.

#### **Referencias**

Los siguientes lineamientos han sido elaborados sobre la base de los documentos que se citan a continuación:

- ASTM D 4448/01(2013) - Standard Guide for Sampling Ground-Water Monitoring Wells
- US EPA SESD PROC-301-R3 Groundwater sampling

#### **-Consideraciones generales**

Debido a su fundamental importancia con el objeto de obtener una muestra representativa de las condiciones actuales del acuífero, el procedimiento de muestreo debe ser llevado a cabo por personal capacitado para tal fin, asegurando además, la utilización de dispositivos y materiales adecuados y acondicionados en función de los parámetros a analizar.

#### **- Operaciones iniciales**

Como punto de partida se verificará el estado y protecciones del pozo, tomando registro de cualquier anomalía y/o daño observado. A continuación y previo al inicio de las operaciones de purga y extracción de muestras de agua subterránea, deberá constatarse la posible presencia de fase libre no acuosa (FLNA) mediante la utilización de una sonda de interfase; en caso de hallarse no podrá realizarse la toma de muestra de agua y deberá medirse y registrarse la profundidad del nivel freático, y la profundidad y espesor aparente de la Fase Libre No Acuosa (FLNA). Posteriormente, se muestreará la FLNA con bailer descartable o acondicionado para tal fin. El producto colectado será derivado para su análisis tendiente a determinar el corte (GRO/DRO) presente.

#### **-Etapa de purgado**

Como etapa previa a la toma de muestra de agua subterránea el pozo debe ser purgado. La operación de purga es un proceso que consiste en la remoción de un cierto volumen de agua del pozo, el cual es reemplazado por una porción de la zona adyacente que es representativa de las características actuales del acuífero. Existen diferentes tipos de métodos de purga; más adelante se describen los más convencionales: método de remoción de un volumen determinado y método de bajo flujo.

Independientemente del tipo de procedimiento a aplicar, es recomendable y deseable practicar la operación de purga de manera de no introducir alteraciones al sistema subterráneo que promuevan, entre otros efectos, la incorporación de material particulado y pérdida de componentes orgánicos volátiles.

#### **-Purgado del pozo: remoción de un volumen determinado**

Se considera que el agua ubicada por encima de la zona de filtros tiene un escaso recambio y por consiguiente no posee las características generales del acuífero. Este método de purga consiste en la remoción de un volumen de agua determinado para producir un recambio del agua estancada en el mismo. En general se considera que el pozo está en condiciones de ser muestreado cuando se han removido entre 3 a 5 volúmenes de la columna de agua, lo que puede ser constatado a través de la estabilidad de parámetros físico-químicos tales como pH, conductividad y turbiedad del agua removida. Dicha estabilidad se alcanzará cuando al menos tres lecturas consecutivas muestren variaciones cercanas a: pH +/- 0,1, +/- 3 % conductividad y +/- 10 % para turbiedad

Si luego de remover tres volúmenes de agua los parámetros químicos no se han estabilizado de acuerdo a los criterios arriba expuestos, se deberán remover volúmenes adicionales. Si los parámetros no se han estabilizado dentro de los cinco volúmenes queda a criterio del profesional encargado del muestreo el continuar con el proceso de purgado o comenzar con la etapa de toma de muestras.

Para el cálculo inicial del volumen de la columna de agua presente se necesitará realizar la medición del nivel de agua y conocer parámetros de construcción del pozo tales como diámetro y profundidad

$$V = \pi h d^2 / 4$$

h: nivel de agua

d: diámetro del pozo

V: Volumen de la columna de agua.

A partir de este cálculo podrá estimarse el volumen de agua a remover.

Para pozos de recuperación lenta, se debería evitar purgarlos a sequedad. Esto puede lograrse disminuyendo la velocidad de purga. En algunas situaciones, incluso con baja velocidades de purga, un pozo puede ser bombeado a sequedad. En estas situaciones, esto generalmente constituye una purga adecuada, y el pozo puede ser muestreado cuando ha alcanzado una recuperación suficiente. En este caso por consiguiente no es necesario efectuar la remoción de los tres volúmenes de agua.

#### **-Purgado a bajo flujo ("low flow purging")**

Un método alternativo de purga es el método a bajo flujo, el cual está basado en investigaciones que sugieren que velocidades de purga menores a 1 l/min proveen resultados analíticos más reproducibles para análisis de compuestos orgánicos volátiles (VOC's) y metales, que aquellos obtenidos con velocidades de purga altas. El enfoque de muestreo de pozos a bajo flujo se aplica fundamentalmente a pozos que pueden mantener un rendimiento aproximadamente igual a la velocidad de purga.

Tanto la operación de purga como la toma de muestra se realizan a muy bajo caudal de manera de minimizar la perturbación al sistema subterráneo. Utilizando datos específicos de construcción del pozo se determina la profundidad en la que se ubicará la bomba (en general en la porción media zona de filtros) El purgado adecuado se alcanza cuando los parámetros físico-químicos mencionados más arriba se han estabilizado. Los flujos de bombeo generalmente utilizados se encuentran entre (0.1-0.5 ml/min pudiendo llegar a 1l/min) Al inicio del purgado se comienza con velocidades de bombeo aproximadamente de 0.1 l/min, para ir incrementando hacia un valor tal que no cause una depresión del nivel superior a 10 cm. Una vez que el nivel de agua se ha estabilizado y mantenido, se comienza a monitorear los parámetros de campo tales como pH, conductividad, turbiedad, etc. Alcanzada la estabilidad de los mismos se comienza la etapa de muestreo.

(Procedimiento aplicable para pozos de diámetro interno de 25mm o más y de longitud de filtro de 3 m ó menos)

#### **-Equipamiento para la purga**

Independientemente del método de purga seleccionado, el equipamiento a utilizar para realizar dicha operación deberá estar construido o revestido con materiales inertes a fin de evitar cualquier contaminación proveniente de los mismos, y será descontaminado y/o acondicionado previo a su uso. Los materiales recomendados son acero inoxidable o teflón.

En cuanto a los flujos de bombeo, como se mencionó anteriormente para el método Low flow se opera a caudales muy restringidos (0.1-0.5 l/min), por lo tanto se deberá disponer de bombas que permitan trabajar a dichos caudales.

#### **-Toma de muestra de agua subterránea**

Las muestras serán colectadas de forma tal de causar la menor agitación y perturbación posible al sistema subterráneo. El orden de recolección de muestras será de aquellas destinadas al análisis de analitos más volátiles a menos volátiles.

Cuando se utilice bailer, este será descendido y recuperado en forma lenta, utilizando una soga descartable.

Cuando se aplica el método de bajo caudal, la recolección se realiza directamente de la salida de la tubería del equipo de bombeo.

Como consideraciones generales, las muestras deberían ser transferidas directamente del dispositivo de muestreo al envase acondicionado para tal fin de acuerdo a el/los parámetro/s a investigar.

Las muestras destinadas al análisis de compuestos orgánicos volátiles serán colectadas en primer lugar en viales de vidrio de 40ml provistos con septa y sin dejar en su interior cámara de aire (debe observarse ausencia de burbujas cuando el vial ya cerrado se invierte sobre la palma de la mano, caso contrario recolectar nuevamente la muestra). El caudal para la toma de muestra de VOC's será lo suficientemente bajo para minimizar cualquier efecto de agitación de la muestra. (en general aproximadamente 0.1ml/min)

**Anexo 04:** Panel fotográfico



**Figura 13:** Toma de muestras del punto de captación del manantial de Cancharani.



**Figura 14:** Toma de la última muestra de los manantiales de cancharani.



**Figura 15:** Toma de muestras del punto de captación manantial de Santa Rosa



**Figura 16:** Conservación de las muestras tomadas del manantial de Santa Rosa para el traslado al laboratorio



**Figura 17:** Conservación de las muestras tomadas del manantial de Cancharani para el traslado al laboratorio.



**Figura 18:** Muestras tomadas para el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos al laboratorio de INIA.

**Anexo 05:** Resultado de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Urbanización Villa Santa Rosa



**INFORME DE ENSAYO**  
N° 02240-24/AG

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente: Yhoel Nicolas Figueroa Choque  
 Proprietario / Productor: Yhoel Nicolas Figueroa Choque  
 Dirección del cliente: Av. Carabaras 1445  
 Solicitado por: Yhoel Nicolas Figueroa Choque  
 Muestreado por: Cliente  
 Número de muestra(s): 02 muestras  
 Producto destilado: Agua Superficial Qps de Agua  
 Presentación de las muestra(s): Frasco de plástico  
 Retorno de las muestra(s): Reservado por el Cliente  
 Procedimiento de muestra(s): Puro  
 Fecha(s) de muestreo: 2024-03-27  
 Lugar de recepción de muestra(s): 2024-03-27  
 Lugar de ensayo: Laboratorio de Suelos, Aguas y Follajes - LASSAF S.p.A.  
 Fecha(s) de análisis: 2024-03-27  
 Colaboración de servicio:  
 Fecha de emisión: 2024-04-09

**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**

ITEM	1	2	
Código de Laboratorio	Ab-0220-24	Ab-0220-24	
Matriz Analizada	Agua	Agua	
Fecha de Muestra	2024-03-27	2024-03-27	
Volumen de Muestra (ml)	500ml	500ml	
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	
Categorización de la Muestra por el Cliente	M-1 Urb. Villa Santa Rosa	M-1 B Urb. Villa Santa Rosa	
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	
<b>Resultados</b>			
pH (°)	mg/L	8.75	8.82
Metales Totales Disueltos	mg/L	174.0	123.0
Turbiedad	NTU	4.25	0.58
Conductividad Eléctrica	µS/cm	242.0	171.0
Dureza Total (Ca, Mg)	mg/L	28.05	25.00
Dureza de carbonatos	mg/L	0.08	0.00
Cloruro (°)	mg/L	1.40	1.80
Magnesio (°)	mg/L	3.80	1.40
Flúor (°)	mg/L	0.39	0.58
Nitrato (°)	mg/L	0.10	0.04
<b>Suma de aniones</b>			
Cloruro (°)	mg/L	1.80	2.30
Sulfato (°)	mg/L	0.25	0.75
Carbonato (°)	mg/L	0.00	0.00
Metales pesados (°)	mg/L	0.12	0.30
Nitrato (°)	mg/L	0.04	0.20
<b>Clasificación Rientada:</b>	C1B1	C1B1	
<b>R.A.S.:</b>	Agua de buena calidad	Agua de buena calidad	
<b>Tipo de agua:</b>	Semidura	Semidura	
<b>Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Médico, Diagnóstico):</b>	Excesiva a buena	Excesiva a buena	

**III. METODOLOGÍA DE ENSAYO**

ENSAYO	INDICADOR DE CALIDAD
pH	NTP 214.004.01.001.001 CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrodo.
Conductividad Eléctrica	NTP 214.004.01.001.001 CALIDAD DE AGUA. Determinación de conductividad eléctrica en agua.
Determinación de Carbonatos (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)	Método de precipitación por carbonato de calcio y magnesio con hidróxido de sodio y ácido clorhídrico.
Determinación de aniones (Carbonato de Calcio, Bicarbonato, Cloruro, Sulfato, Nitrato)	Método de precipitación de los aniones de calcio y magnesio con hidróxido de sodio y ácido clorhídrico.
Clasificación Rientada	Método de análisis de suelos, plantas y aguas. University of California, Division of Agricultural Sciences, U.S.A. Santa Rosa, California 1988.
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Médico, Diagnóstico)	Método de análisis de suelos, plantas y aguas. University of California, Division of Agricultural Sciences, U.S.A. Santa Rosa, California 1988.
Tipo de agua	
R.A.S.	



LASSAF

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follajes  
Acreditado con la Norma  
N° P-ISO 9001:2015  
Oficina: Av. Carabaras 1445, Puro - Puno

Página 1 de 1  
Así / Via. 20  
www.lv.mg.gob.pe

**Figura 19:** Certificado de análisis de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de la primera repetición.



INFORME DE ENSAYO  
N° 0224-24/AG

---

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente	Yves Nicolas Figueroa Choque
Propietario / Productor	Yves Nicolas Figueroa Choque
Dirección del cliente	Av. Cañarián 445
Solicitado por	Yves Nicolas Figueroa Choque
Muestrado por	Cliente
Número de muestra(s)	02 muestras
Producto declarado	Agua Superficial Ojo de Agua
Presentación de las muestra(s)	Frascos de plástico
Referencia del muestra(s)	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	Puro
Fecha(s) de muestreo	2024-02-26
Fecha de recepción de muestra(s)	2024-02-26
Lugar de ensayo	Laboratorio de Suelos, Aguas y Follajes - LABSAF Ipca
Fecha(s) de análisis	2024-02-26
Calificación del servicio	
Fecha de emisión	2024-03-05



**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**

ITEM	1	2		
Código de Laboratorio	AG0224-24	AG0224-24		
Matriz Analizada	Agua	Agua		
Fecha de Muestreo	2024-02-26	2024-02-26		
Hora de Inicio de Muestreo (H)	08:00 am	08:00 am		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	M-1 Urb. Villa Santa Rosa	M-1 Urb. Villa Santa Rosa		
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>	
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100	—	4	4
Coliformes Fecales	UFC/100	—	1	1

**III. METODOLOGÍA DE ENSAYO**

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	NTP 214.026, 3er Edición 2015. CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrónico.
Conductividad Eléctrica	NTP 214.048 1ra Edición 2015. CALIDAD DE AGUA. Determinación de conductividad Eléctrica en agua.
Determinación de cationes (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego - IFA Ed. 1era 2017, ítem 54.1, Pág. 65-67. Determinación de cationes (Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu y Zn)
Determinación de aniones (Carbonatos de Calcio, Bicarbonatos, Cloruro, Sulfatos, Nitratos)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego - IFA Ed. 1era 2017, ítem 64.2, Pág. 84-88. Determinación de aniones
Clasificación Rivasenda.	
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Chagnon)	Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, División Agrícola, Science E. U.S.A. Serie reimprimida, octubre 1988.
Tipo de agua	199p
RAS	



LABSAF

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follajes  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017

F-49 / Ver. 03  
www.inia.020.26

**Figura 20:** Certificado de análisis de los parámetros microbiológicos de las muestras de la primera repetición.

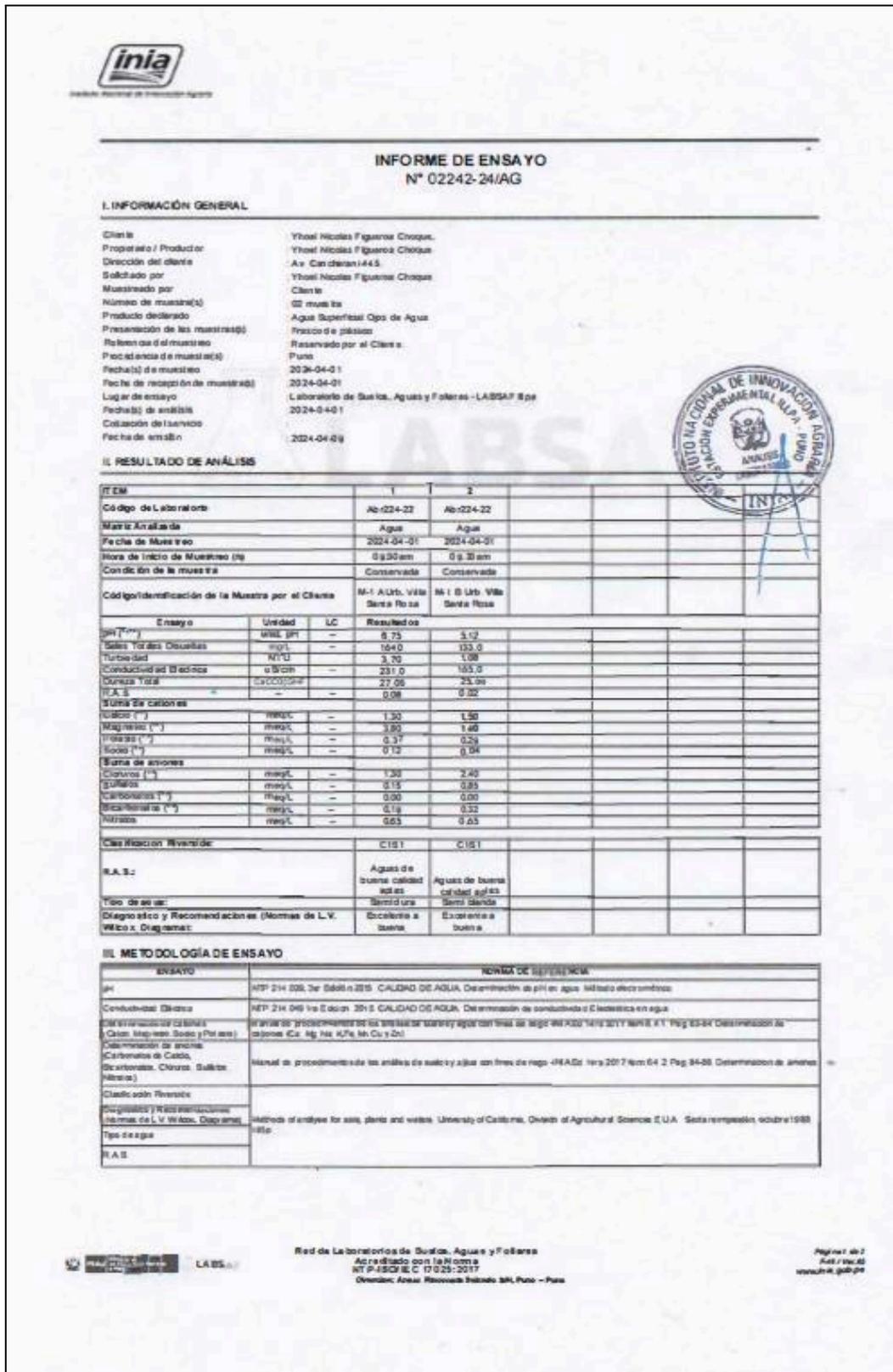


Figura 21: Certificado de análisis de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de la segunda repetición.



**INFORME DE ENSAYO**  
N° 0224-24IAG

---

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente	- Yhoel Nicolas Figueroa Choque
Propietario / Productor	- Yhoel Nicolas Figueroa Choque
Dirección del cliente	- Av. Cancharas 445
Solicitado por	- Yhoel Nicolas Figueroa Choque
Muestrado por	- Cliente
Número de muestra(s)	- 02 muestras
Producto declarado	- Agua Superficial Cjps de Agua
Presentación de las muestra(s)	- Frasco de plástico
Referencia del muestra(s)	- Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	- Puno
Fecha(s) de muestreo	- 2024-02-28
Fecha de recepción de muestra(s)	- 2024-02-28
Lugar de ensayo	- Laboratorio de Suelos, Aguas y Follares - LABSAF Iqta
Fecha(s) de análisis	- 2024-02-28
Calificación del servicio	-
Fecha de emisión	- 2024-03-05



**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**

ITEM	1	2	
Código de Laboratorio	A00224-24	A00224-24	
Muestra Analizada	Agua	Agua	
Fecha de Muestreo	2024-02-28	2024-02-28	
Hora de inicio de Muestreo (H)	08:00 am	08:00 am	
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	M-1 A Urb. Villa Santa Rosa	M-1 B Urb. Villa Santa Rosa	
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultado</b>
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100	—	4
Coliformes Fecales	UFC/100	—	<1

**III. METODOLOGÍA DE ENSAYO**

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	NTP 214.026, 3er Edición 2015. CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrométrico.
Conductividad Eléctrica	NTP 214.048 1ra Edición. 2015. CALIDAD DE AGUA. Determinación de conductividad. Electrodo en agua.
Determinación de coliformes (Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Coliformes Fecales)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego -INIA-E3 1995 2017, 2da Ed. T. Pag. 63-64. Determinación de coliformes (C.a. Mg./No. K, Pe/In/Cu y 26)
Determinación de aniones (El aniónico de Calcio, Bicarbonatos, Cloruro, Sulfato, Nitrito)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego -INIA-E3 1995 2017, 2da Ed. T. Pag. 64-65. Determinación de aniones
Clasificación (Reserva)	
Diagnóstico y Referencia Crónicas (Normas de L.V. Wilcox, Diaprens)	Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E. U.A. Series reimpresso, octubre 1985. 199p
Tipo de agua	
R.A.S.	



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017

2  
P.48 / Vn. 03  
099.018.005.01

**Figura 22:** Certificado de análisis de los parámetros microbiológicos de las muestras de la segunda repetición.



**INFORME DE ENSAYO**  
N° 02244-24JAG

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente	Yvesi Nicolas Figueroa Choque
Propietario / Productor	Yvesi Nicolas Figueroa Choque
Dirección del cliente	Av. Cachaani 443
Solicitado por	Yvesi Nicolas Figueroa Choque
Mostrado por	Cliente
Número de muestra(s)	02 muestra
Producto declarado	Agua Superficial Ojo de Agua
Preparación de las muestras	Fresco de pláscico
Referencia del muestra(s)	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	Puno
Fecha(s) de muestreo	2024-04-03
Fecha de recepción de muestra(s)	2024-04-03
Lugar de ensayo	Laboratorio de Suelos, Aguas y Follares - LA BSAF S.p.A
Fecha(s) de análisis	2024-04-03
Colocación del servicio	
Fecha de emisión	2024-04-03

**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**

Ítem	1	2	
Código de Laboratorio	MA/024-3n	MA/024-2n	
Muestra Analizada	Agua	Agua	
Fecha de Muestra	2024-04-03	2024-04-03	
Hora de Inicio de Muestreo (h)	08:00am	08:00am	
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	
Código de identificación de la Muestra por el Cliente	M-1 Urb. Villa Santa Rosa	M-1 Urb. Villa Santa Rosa	
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>
pH (°)	med. pH	-	8,27
Sales Totales Disueltas	mg/L	-	180,0
Turbiedad	NTU	-	4,26
Condutividad eléctrica	µS/cm	-	241,0
Cloruro Total	mg/L	-	27,04
N.A.S.	-	-	0,06
<b>Suma de cationes</b>			
Calcio (°)	mg/L	-	1,29
Magnesio (°)	mg/L	-	0,23
Sodio (°)	mg/L	-	0,36
Potasio (°)	mg/L	-	0,11
<b>Suma de aniones</b>			
Cloruro (°)	mg/L	-	1,30
Sulfato (°)	mg/L	-	0,26
Carbonato (°)	mg/L	-	0,00
Nitrato (°)	mg/L	-	0,13
Acetato	mg/L	-	0,69
<b>Clasificación Inversada</b>			
			C1B1
			C1B1
<b>N.A.S.:</b>			
			Agua de buena calidad
			Agua de buena calidad
<b>Tipo de agua:</b>			
			Residual
			Residual
<b>Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de LV, NRC, Diagrama):</b>			
			Excedente a buena
			Excedente a buena

**III. METODOLOGÍA DE ENSAYO**

ENSAYO	REFERENCIA TECNICA
pH	NTP 214 026, 3er Edición 2015. CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método potenciométrico
Conductividad eléctrica	NTP 214 046 1a Edición 2015. CALIDAD DE AGUA. Determinación de conductividad. Método de energía
Determinación de cationes (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)	Manual de procedimientos de los ensayos de suelos y aguas de la red de laboratorios de suelos y aguas de la Universidad Privada del Altiplano (UPEA) - Puno
Determinación de aniones (Cloruro de Calcio, Sulfato, Nitrato)	Manual de procedimientos de los ensayos de suelos y aguas de la red de laboratorios de suelos y aguas de la Universidad Privada del Altiplano (UPEA) - Puno
Clasificación Inversada	Manual de procedimientos de los ensayos de suelos y aguas de la red de laboratorios de suelos y aguas de la Universidad Privada del Altiplano (UPEA) - Puno
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de LV, NRC, Diagrama)	Método de análisis de suelos, aguas y follares, University of Gibraltar, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Santa Resposión, octubre 1999
Tipo de agua	
N.A.S.	

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares  
Acreditado con el número  
NTP-ISO/IEC 17 025:2017  
Dirección: Av. Cachaani 443, Puno - Puno

Página 1 de 7  
Fecha: 04/03/2024  
www.inia.gob.pe

Figura 23: Certificado de análisis de los parámetros microbiológicos de las muestras de la tercera repetición.



INIA  
Instituto Nacional de Innovación Agraria

---

### INFORME DE ENSAYO

N° 0224-24/AG

---

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente	Yto el Nicolás Figuera Choque
Propietario / Productor	Yto el Nicolás Figuera Choque
Dirección del cliente	Av. Cancharán 445
Solicitado por	Yto el Nicolás Figuera Choque
Muestrado por	Cliente
Número de muestra(s)	02 muestra
Producto declarado	Agua Superficial Ops de Agua
Preservación de las muestras(s)	Friadero de plástico
Referencia del maestro	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	Ruro
Fecha(s) de muestreo	2024-02-28
Fecha de recepción de muestra(s)	2024-02-28
Lugar de ensayo	Laboratorio de Suelos, Aguas y Fitosan - LABSAF, Ipa
Fecha(s) de análisis	2024-02-28
Calificación del servicio	
Fecha de emisión	2024-03-05



---

**II. EL RESULTADO DE ANÁLISIS**

ITEM	1	2				
Código de Laboratorio	AG0224-24	AG0224-24				
Matriz Analizada	Agua	Agua				
Fecha de Muestreo	2024-02-28	2024-02-28				
Hora de inicio de Muestreo (H)	06:00am	08:00am				
Condición de la muestra	Conservada	Conservada				
Código Identificación de la Muestra por el Cliente	M-1 A Urb. Villa Santa Rosa	M-1 B Urb. Villa Santa Rosa				
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100	-	4	4		
Coliformes Fecales	UFC/100	-	<1	<1		

---

**III. METODOLOGÍA DE ENSAYO**

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	NTP 214.02, 3a Edición 2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrónico.
Conductividad Eléctrica	NTP 214.04 1a Edición 2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de conductividad Eléctrica en agua.
Determinación de cationes (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)	Manual de procedimientos de los Suelos Secos y agua con Vaso de Riego - IFAO Ed. 1972/1973m 8.11. Pág. 82-84. Determinación de cationes (Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu, Zn).
Determinación de aniones (Carbonatos de Calcio, Bicarbonatos, Cloruro, Sulfato, Nitrito)	Manual de procedimientos de los Suelos y agua con Vaso de Riego - IFAO Ed. 1972/1973m 8.13. Pág. 84-86. Determinación de aniones.
Clasificación fitosan.	
Diagnóstico y Recorrido de aguas	
Normas de L. V. Velasco, Dirección	Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences, U. S. A. State university, octubre 1986.
Tipo de agua	180p
LABSA	

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Fitosan  
 Ac medida con la Norma  
 NTP-ISO/IEC 17025:2017

2  
 P48 / Vw. 02  
 www.inia.gob.pe

**Figura 24:** Certificado de análisis de los parámetros Microbiológicos de las muestras de la tercera repetición.