



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO  
DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LOCALIDAD  
CERRO LUNAR DE ORO – ANANEA – SAN ANTONIO DE  
PUTINA – PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. YORELA HISOLINA HIRPANOCA CABRERA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LOCALIDAD CERRO LUNAR DE ORO – ANANEA – SAN ANTONIO DE PUTINA – PUNO**

AUTOR

**YORELA HISOLINA HIRPANOCA CABRE RA**

RECuento DE PALABRAS

**16366 Words**

RECuento DE CARACTERES

**89007 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**92 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**22.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 18, 2024 10:45 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 18, 2024 10:47 AM GMT-5**

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



Resumen



## DEDICATORIA

*A Dios, a MÍ misma por ser yo, a mis aliados en la vida, mi amado padre JUSTO HIRPANOCA (†) allá en la eternidad de su reciente partida, a mi adorada madre NINFA CABRERA, mis queridos herman@s, WILLY (†) allá en la eternidad de tu pronta partida, YENI, DORIS, HERACLIO, NELSON y a una PERSONA muy especial que formó parte de mi vida, dedico este logro a estas personas importantes en mi vida, gracias a ellos tuve esa fortaleza de sobresalir de muchos obstáculos y agarrar fuerzas para seguir en este proceso importante de mi vida, porque el camino se pone un poco menos sinuosa si se tiene aliados en la vida...*

*¡LO LOGRAMOOOOOOS!*

***Yorela Hisolina Hirpanoca Cabrera***



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Del Altiplano Puno, a la Facultad de Ingeniería Agrícola y a mis mejores maestros, amigos, y compañeros que han tenido esta labor tan importante de dedicar tiempo y compartir sus conocimientos infinitos incondicionalmente, un especial agradecimiento a mi asesor de tesis Dr. Edilberto Huaquisto Ramos, a mis jurados Dr. Eduardo Flores Condori, M.Sc. Percy Arturo Ginez Choque e M.Sc. Yony Angel Laqui Vilca por el tiempo y la paciencia a la hora de guiarme en la realización de este proyecto.

*Yorela Hisolina Hirpanoca Cabrera*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
1.1.1. Problema general.....	15
1.1.2. Problemas específicos. ....	15
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
1.3.1. Objetivo general. ....	17
1.3.2. Objetivos específicos. ....	17
<b>1.4. PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS.....</b>	<b>18</b>
1.4.1. Hipótesis general. ....	18
1.4.2. Hipótesis específicas .....	18
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>19</b>



2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2.	Antecedentes nacionales. ....	21
2.1.3.	Antecedentes locales. ....	25
<b>2.2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>27</b>
2.2.1.	El agua. 27	
2.2.2.	Importancia del agua. ....	28
2.2.3.	Características del agua.....	29
2.2.3.1.	Parámetros físicos. ....	29
2.2.3.2.	Parámetros químicos. ....	29
2.2.3.3.	Parámetros biológicos.....	30
2.2.4.	Calidad del agua para consumo humano.....	30
2.2.4.1.	Calidad física – química del agua. ....	31
2.2.4.2.	Calidad microbiológica del agua.....	31
2.2.5.	Escasez de agua.....	32
2.2.6.	Normativa para la calidad del agua de consumo.....	32
2.2.6.1.	Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA. ....	32
2.2.6.2.	Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. ....	32
2.2.7.	Parámetros del agua para consumo humano. ....	34
2.2.7.1.	Coliformes totales. ....	34
2.2.7.2.	Coliformes termotolerantes.....	35
2.2.7.3.	Color.....	36
2.2.7.4.	Turbiedad. ....	36
2.2.7.5.	Cloro residual.....	37
2.2.7.6.	pH.....	37
<b>2.3.</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>38</b>



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1.</b>	<b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.</b>	<b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>42</b>
<b>3.4.</b>	<b>ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>3.5.</b>	<b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>3.6.</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO .....</b>	<b>43</b>
	3.6.1. Población de estudio. ....	43
	3.6.2. Muestra de estudio. ....	44
<b>3.7.</b>	<b>ÁMBITO DE ESTUDIO .....</b>	<b>44</b>
	3.7.1. Ubicación del área en estudio. ....	44
	3.7.2. Descripción del área de estudio.....	46
<b>3.8.</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES .....</b>	<b>47</b>
	3.8.1. Variable independiente.....	47
	3.8.2. Variable dependiente.....	47
	3.8.3. Variables intervinientes.....	47
	3.8.4. Operacionalización de variables .....	48
<b>3.9.</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS.....</b>	<b>49</b>
	3.9.1. Análisis de los parámetros del agua en la localidad de Lunar de Oro. ...	49
	3.9.2. Comparación con límites máximos establecidos por el MINSA. ....	51
	3.9.3. Identificación de los puntos de agua más críticos para el consumo.....	52



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
4.1.1. Análisis de los parámetros del agua en la localidad de Lunar de Oro. ...	53
4.1.2. Comparación con límites máximos establecidos por el MINSA. ....	54
4.1.3. Identificación de los puntos de agua más críticos para el consumo.....	62
<b>4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>63</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>79</b>

**Área:** Ingeniería Agrícola

**Línea:** Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 25 de setiembre del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Parámetros del agua para consumo humano.....	33
<b>Tabla 2</b> Muestra del análisis.....	44
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de las variables.....	48
<b>Tabla 4</b> Muestra del análisis.....	51
<b>Tabla 5</b> Puntos de muestra analizados. ....	52
<b>Tabla 6</b> Parámetros del agua en la localidad de Lunar de Oro. ....	53
<b>Tabla 7</b> Comparación del parámetro de Color con límites máximos establecidos. ..	54
<b>Tabla 8</b> Comparación del parámetro de turbiedad con límites máximos establecidos. .....	55
<b>Tabla 9</b> Comparación del parámetro de pH con límites máximos establecidos. ....	56
<b>Tabla 10</b> Comparación del parámetro de Cloro residual con límites máximos establecidos.....	58
<b>Tabla 11</b> Comparación del parámetro de Coliformes totales con límites máximos establecidos.....	59
<b>Tabla 12</b> Comparación del parámetro de Coliformes termotolerantes con límites máximos establecidos. ....	60
<b>Tabla 13</b> Análisis de los puntos de agua más críticos para el consumo.....	62



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> La localidad de Cerro Lunar de Oro. ....	15
<b>Figura 2</b> Punto de distribución Barrio independencia. ....	46
<b>Figura 3</b> Muestro de agua para su traslado a laboratorio. ....	49
<b>Figura 4</b> Traslado de muestras al laboratorio. ....	50
<b>Figura 5</b> Análisis de los parámetros del agua. ....	50
<b>Figura 6</b> Comparación del parámetro de Turbiedad con límites máximos establecidos. .....	56
<b>Figura 7</b> Comparación del parámetro de pH con límites máximos establecidos. ....	57
<b>Figura 8</b> Comparación del parámetro de Cloro residual con límites máximos establecidos. ....	58
<b>Figura 9</b> Comparación del parámetro de Coliformes totales con límites máximos establecidos. ....	60
<b>Figura 10</b> Comparación del parámetro de Coliformes termotolerantes con límites máximos establecidos. ....	61



## ACRÓNIMOS

<b>CTE</b>	: Coliformes Termotolerantes
<b>DIGESA</b>	: Dirección General de la Salud
<b>FAO</b>	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
<b>LMP</b>	: Límite Máximo Permisible
<b>MINAN</b>	: Ministerio del Ambiente
<b>MINSA</b>	: Ministerio de Salud
<b>OMS</b>	: Organización Mundial de la Salud
<b>OPS</b>	: Organización Panamericana de la Salud
<b>PCO</b>	: Parámetros de Control Obligatorio
<b>PH</b>	: Potencial Hidrógeno
<b>PTAP</b>	: Planta de Tratamiento de Agua Potable
<b>UFC</b>	: Unidades Formadoras de Colonias
<b>UNT</b>	: Unidad Nefelométrica de Turbidez
<b>WHO</b>	: World Health Organization



## RESUMEN

La calidad del agua para consumo humano es un factor crucial en la salud pública y el desarrollo sostenible de las comunidades, la localidad de Cerro Lunar de Oro, enfrenta desafíos particulares en cuanto a la calidad del agua debido a su ubicación geográfica y a las actividades económicas predominantes en la región, bajo este contexto, el objetivo de la investigación es evaluar los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro, distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno. Se seleccionaron tres puntos de muestreo representativos y se tomaron muestras durante dos épocas del año: avenida y estiaje. Los parámetros evaluados incluyen color, turbiedad, pH, cloro residual y la presencia de coliformes totales y termotolerantes. La metodología empleada consistió en análisis físico-químicos y microbiológicos de las muestras, comparándolos con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos. Los resultados revelaron que el agua presenta una turbiedad baja y es incolora, lo que es positivo para su percepción visual. Sin embargo, el pH es significativamente ácido, variando entre 3.04 y 5.75, y el cloro residual es nulo en todas las muestras. Además, se detectaron coliformes totales en cuatro de las seis muestras, aunque no se encontraron coliformes termotolerantes. En conclusión, el agua de Cerro Lunar de Oro no cumple con los estándares de calidad para consumo humano debido a la acidez elevada y la presencia de coliformes totales. Estos hallazgos subrayan la necesidad urgente de implementar medidas correctivas, incluyendo la instalación de sistemas de cloración y la educación de la población sobre prácticas de manejo seguro del agua.

**Palabras clave:** Calidad de agua, Evaluación, Parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano.



## ABSTRACT

The quality of drinking water is a crucial factor in public health and the sustainable development of communities, the locality of Cerro Lunar de Oro faces particular challenges regarding water quality due to its geographical location and the predominant economic activities in the region. In this context, the objective of this thesis is to evaluate the mandatory control parameters of drinking water in the locality of Cerro Lunar de Oro, Ananea district, San Antonio de Putina province, Puno department. For this purpose, three representative sampling points were selected, and samples were taken during two seasons of the year: flood and dry. The evaluated parameters include color, turbidity, pH, residual chlorine, and the presence of total and thermotolerant coliforms. The methodology employed consisted of physicochemical and microbiological analyses of the samples, comparing them with the established maximum permissible limits (MPL). The results revealed that the water has low turbidity and is colorless, which is positive for visual perception. However, the pH is significantly acidic, ranging from 3.04 to 5.75, and residual chlorine is absent in all samples. Additionally, total coliforms were detected in four of the six samples, although thermotolerant coliforms were not found. In conclusion, the water of Cerro Lunar de Oro does not meet the quality standards for human consumption due to elevated acidity and the presence of total coliforms. These findings highlight the urgent need to implement corrective measures, including the installation of chlorination systems and educating the population on safe water management practices.

**Keywords:** Water quality, evaluation, mandatory control parameters of water for human consumption.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua para consumo humano es un factor crucial en la salud pública y el desarrollo sostenible de las comunidades. En las últimas décadas, la creciente preocupación por la contaminación de los recursos hídricos ha llevado a la implementación de regulaciones más estrictas y a la necesidad de una vigilancia constante de los parámetros de calidad del agua (WHO, 2017). En este contexto, la evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua se ha convertido en una herramienta esencial para garantizar la seguridad y el bienestar de la población.

La localidad de Cerro Lunar de Oro, ubicada en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno - Perú, enfrenta desafíos particulares en cuanto a la calidad del agua debido a su ubicación geográfica y a las actividades económicas predominantes en la región. La minería, una de las principales actividades en la zona, puede tener impactos significativos en la calidad de los recursos hídricos (Loayza & Cano, 2015). Además, la altitud y las condiciones climáticas propias de la región andina pueden influir en las características físicas, químicas y microbiológicas del agua Ocola *et al.*, (2019).

En el Perú, el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo N° 031-2010-SA, establece los parámetros de control obligatorio que deben ser monitoreados para garantizar la inocuidad del agua (MINSA, 2011). Estos parámetros incluyen coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual de desinfectante y pH. La evaluación sistemática de estos indicadores es fundamental para prevenir enfermedades de origen hídrico y asegurar el acceso a agua segura para la población.



En síntesis, la evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua en Cerro Lunar de Oro es una tarea urgente y necesaria para garantizar la salud y el bienestar de la comunidad. Este estudio aspira a proporcionar una base científica sólida que sustente la implementación de políticas efectivas y sostenibles para la gestión del agua en la región, contribuyendo así al desarrollo sostenible y a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

El acceso a agua potable segura es un derecho humano fundamental, sin embargo, en muchas regiones del Perú, especialmente en áreas rurales y de alta montaña, este derecho aún no está plenamente garantizado. La localidad de Cerro Lunar de Oro, ubicada en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, Puno, enfrenta desafíos significativos en cuanto a la calidad del agua para consumo humano. La actividad minera intensiva en la zona, sumada a las condiciones geográficas y climáticas propias de la región altoandina, plantean riesgos potenciales para la calidad de los recursos hídricos (Loayza & Cano, 2015).

Estudios previos han demostrado que la contaminación por metales pesados y la alteración de parámetros físico-químicos del agua son problemas recurrentes en áreas de explotación minera (Gammons *et al.*, 2006). Además, la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento y distribución del agua potable en comunidades rurales exacerba esta problemática (Villena *et al.*, 2018). En este contexto, la evaluación rigurosa de los parámetros de control obligatorio establecidos por la normativa peruana se vuelve crucial para garantizar la salud pública y el bienestar de la población local. La falta de datos actualizados y confiables sobre la calidad del agua en Cerro Lunar de Oro dificulta la toma de decisiones efectivas por parte de las autoridades y limita la implementación de medidas correctivas adecuadas. Esta situación pone en riesgo la salud de los habitantes y obstaculiza el desarrollo sostenible de la comunidad.

## Figura 1

*La localidad de Cerro Lunar de Oro.*



Nota: La figura muestra la localidad de Cerro Lunar de Oro distrito de Ananea.

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1.1. Problema general.

¿Cuál es el estado de los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro, distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno?

### 1.1.2. Problemas específicos.

- ¿Cuáles son los parámetros del agua establecidos por el Ministerio de Salud para el consumo humano en diferentes puntos de la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea?



- ¿En qué medida los parámetros del agua de la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea difieren con los establecidos por el Ministerio de Salud para el consumo humano?
- ¿Cuáles son los puntos más críticos de agua para el consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso fundamental para la vida y la salud humana, por lo que su calidad y seguridad son de vital importancia para garantizar el bienestar de las comunidades. La evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua en la localidad de Cerro Lunar de Oro es crucial debido a varias razones:

- **Salud pública:** El agua es un recurso vital para la salud humana y su consumo seguro es fundamental para prevenir enfermedades transmitidas por el agua. Evaluar los parámetros de control obligatorio permite asegurar que el agua destinada al consumo humano en Cerro Lunar de Oro cumpla con los estándares de calidad establecidos, protegiendo así la salud de la población.
- **Cumplimiento normativo:** La evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua garantiza el cumplimiento de las normativas y regulaciones establecidas para el consumo humano. Esto no solo protege la salud de los habitantes de Cerro Lunar de Oro, sino que también asegura el cumplimiento de las leyes y regulaciones en materia de salud pública y medio ambiente.
- **Prevención de problemas de salud pública:** Identificar posibles desviaciones en los parámetros de control obligatorio del agua permite detectar problemas en la calidad del agua y tomar medidas correctivas oportunas. Esto previene la propagación de



enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada y contribuye a mantener un entorno saludable en la comunidad.

- **Mejora de la calidad de vida:** garantizar un suministro de agua potable seguro y de calidad mejora directamente la calidad de vida de los habitantes de Cerro Lunar de Oro. Un agua limpia y segura no solo es vital para la salud, sino que también promueve el bienestar y el desarrollo sostenible de la comunidad.

En resumen, la presente investigación es justificable puesto que la evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua en la localidad Cerro Lunar de Oro es crucial para proteger la salud pública, cumplir con las normativas vigentes establecidas por el Ministerio de Salud, prevenir problemas de salud y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

### **1.3. OBJETIVOS**

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

Evaluar los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro, distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- Analizar los parámetros del agua establecidos por el Ministerio de Salud para el consumo humano en diferentes puntos de la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea.
- Comparar los parámetros del agua de la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea con los establecidos por el Ministerio de Salud para el consumo humano.



- Identificar los puntos más críticos de agua para el consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea.

## **1.4. PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS**

### **1.4.1. Hipótesis general.**

Los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro, distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno no cumplen las especificaciones establecidas, significando un riesgo para la salud pública.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- Los niveles de los parámetros del agua para consumo humano en diferentes puntos de la localidad de Cerro Lunar de Oro superan los límites establecidos por el Ministerio de Salud en al menos el 50% de los puntos de muestreo.
- Los parámetros del agua en la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea presentan diferencias significativas en comparación con los parámetros establecidos por el Ministerio de Salud, indicando problemas de calidad en el agua suministrada.
- Existen puntos críticos en la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea donde la calidad del agua para consumo humano es considerablemente inferior, superando los límites permitidos en al menos tres parámetros establecidos por el Ministerio de Salud.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales.

La investigación sobre la calidad del agua para consumo humano ha sido objeto de numerosos estudios a nivel internacional, dada su importancia para la salud pública y el desarrollo sostenible. Según Palomino & Cáceres *et al.*, (2021) mediante la evaluación de la calidad del agua potable en zonas rurales de Perú, analizando parámetros físico-químicos y microbiológicos en 30 sistemas de abastecimiento. Utilizando métodos estandarizados de análisis de agua, determinaron que el 73.3% de las muestras no cumplían con los estándares de calidad del agua potable, principalmente por la presencia de coliformes totales y fecales. Concluyeron que es necesario mejorar la gestión y el tratamiento del agua en estas zonas para garantizar su seguridad.

Estudio realizado en Colombia, Ríos & Tobón *et al.*, (2019) analizaron la calidad microbiológica del agua para consumo humano en 20 municipios del departamento de Antioquia. Empleando técnicas de filtración por membrana y número más probable, evaluaron la presencia de coliformes totales, *E. coli* y otros microorganismos patógenos. Los resultados revelaron que el 45% de las muestras no cumplían con los estándares microbiológicos establecidos por la normativa colombiana. Los autores concluyeron que es crucial implementar programas de vigilancia y control más efectivos para mejorar la calidad del agua en la región



Palacios & Velastegui (2020), indica que el trabajo comprende la evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la comunidad San Rafael, Provincia de Pichincha en Ecuador, muestra que se realizó el levantamiento de información en campo, se determinó las características del agua y el diagnóstico del sistema de abastecimiento y distribución del agua, además, comenta que mediante encuestas y entrevistas se identificaron las características socioeconómicas, usos de agua y acceso a los servicios básicos de la comunidad.

Hernández et al., (2016), comenta que en ese trabajo se abordó el tema de la situación del agua para consumo humano en una comunidad rural-marginal del Cantón de Matina, Limón en Costa Rica, los resultados oscilaron entre 1100  $\mu\text{g/L}$  Mn y 1600  $\mu\text{g/L}$  Mn, mientras lo máximo permitido según el Reglamento para la calidad del agua potable en Costa Rica: Decreto N° 32327-S (MS, 2005), es de 500  $\mu\text{g/L}$  Mn Además, un diagnóstico realizado en el 2009 por ISA, indica que las personas de la comunidad no se encontraban conformes con el sabor del agua.

Estudio realizado por Martínez y colaboradores (2020) en comunidades rurales de Colombia tuvo como objetivo analizar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable. Utilizando una metodología que incluyó el muestreo de agua en fuentes de abastecimiento y en puntos de distribución, el estudio encontró que un 40% de las muestras presentaban niveles elevados de coliformes fecales y *Escherichia coli*, superando los límites permisibles según las normativas internacionales. La investigación concluyó que es necesario implementar mejoras en las infraestructuras de tratamiento de agua y en los sistemas de distribución para garantizar la seguridad del agua potable en estas comunidades (Martínez et al., 2020).



En otro estudio internacional, Wang et al. (2019) evaluaron la presencia de contaminantes emergentes en el agua potable de varias ciudades en China, enfocándose en la detección de residuos farmacéuticos y compuestos de uso industrial. La metodología incluyó la utilización de técnicas avanzadas de cromatografía y espectrometría de masas para la identificación y cuantificación de estos contaminantes en muestras de agua. Los resultados indicaron la presencia de varios compuestos en concentraciones que, aunque bajas, podrían representar un riesgo para la salud a largo plazo. La conclusión del estudio fue que los sistemas de tratamiento actuales no son completamente eficaces en la eliminación de estos contaminantes, sugiriendo la necesidad de actualizar las tecnologías de tratamiento de agua (Wang et al., 2019).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales.**

En el contexto nacional, la investigación de Castro y Ramírez (2021) en la región de Cusco, Perú, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua potable en comunidades rurales y su impacto en la salud infantil. La metodología se basó en el análisis de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, así como en la realización de encuestas de salud en la población infantil. Los resultados mostraron que más del 50% de las muestras de agua no cumplían con los estándares de calidad establecidos, principalmente debido a la presencia de coliformes totales y fecales. La investigación concluyó que la deficiencia en la calidad del agua está directamente relacionada con la alta incidencia de enfermedades gastrointestinales en la población infantil, subrayando la necesidad de mejorar la infraestructura de saneamiento y las prácticas de tratamiento de agua (Castro & Ramírez, 2021).



Otro estudio nacional fue realizado por Quispe & López (2022) en la región de Cajamarca, Perú, centrado en la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable en zonas urbanas y rurales. La metodología empleada incluyó el muestreo de agua en distintos puntos de distribución y su análisis según los estándares establecidos por el Ministerio de Salud. Los resultados revelaron que las zonas rurales presentaban mayores niveles de contaminación microbiológica en comparación con las zonas urbanas, lo que refleja una disparidad en la calidad del servicio de agua potable. La conclusión del estudio destacó la necesidad de políticas públicas que aborden estas desigualdades y que promuevan la mejora en la calidad del agua en las zonas más vulnerables Quispe & López (2022).

Silva et al., (2021), evaluó los parámetros de control obligatorio exigidos por el “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano” en el sistema de abastecimiento de agua proveniente de la Quesera, distrito de Celendín, los resultados del P01 se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental según el D S N° 004-2017-MINAM, mientras que los demás puntos se compararon con los LMP según el D S N° 031-210-SA de las 84 muestras tomadas, 67 (equivalente al 79.76%) cumplen con las normativas antes mencionadas.

Según los estudios realizados por la OMS muestran que hasta el 80 % de diversas enfermedades son originadas tras consumir agua contaminada, saneamiento inadecuado y poca o nula higiene, siendo los más afectados los niños a causa de infección por parásitos y anquilostomiasis, diarrea, cólera, shigelosis, salmonelosis, hepatitis entre otras, las cuales ocupan una gran proporción en cuando a enfermedades transmisibles derivadas por la nula calidad o por no tener acceso a este recurso.



Entorno a eso cabe mencionar que en el Perú el 17/12/1946 mediante Resolución Suprema, se aprobó el primer Reglamento con los requisitos oficiales organolépticos físico-químicos y microbiológicos que debe poseer este recurso para poder ser apto para su consumo, posteriormente la DIGESA el 26/09/2010 mediante el D.S N° 031 aprobó el reglamento sobre la calidad que debe poseer el agua para el consumo, el cual no solo detalla los LMP a respetar, también da a conocer las actividades y obligaciones que tienen las autoridades en relación al control de la calidad de este recurso, esto con la finalidad de prevenir riesgos sanitarios y garantizar bienestar en la población.

Ccolque & Incaluque et al., (2019), la investigación tuvo como objetivo evaluar los parámetros de control obligatorio de agua potable en la provincia de Huancané, siendo el resultado de que solo 3 de los 6 parámetros evaluados cumplen con lo que se indica en el reglamento D S N° 031-210-SA, concluyendo que el agua que se distribuye en todo Huancané es directamente afectada, ocasionando que exista la presencia de coliformes totales y termotolerantes, lo que afecta a la calidad del agua que se distribuye en la provincia de Huancané.

García et al., (2018), nos muestra que su investigación se desarrolló, con la finalidad de evaluar la calidad del agua de consumo humano de la ciudad de Iquitos, los resultados obtenidos no muestran que el agua que consume la ciudad de Iquitos contiene concentraciones adecuadas de Cloro Residual (95% de las muestras contenían concentraciones adecuadas de cloro residual), el pH del agua, no se encuentra en concentraciones adecuadas, la turbiedad del agua se mantiene dentro de los Límites máximos permisibles, el agua potable distribuida en la ciudad de Iquitos no presenta contaminación parasitológica, sin embargo, presenta



problemas de presencia de Organismos de vida libre, en su mayoría algas y diatomeas.

Pacaya *et al.*, (2022), indican que, el análisis de agua se realizó en la Dirección Regional de Salud de Ucayali, y concluyen que la calidad de agua de los 10 AA HH no es apta para consumo humano ya que los Coliformes totales y Termotolerantes no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D S N° 031 – 2010 – SA.

Pisco *et al.*, (2021) realizó una investigación con el objetivo de mejorar el conocimiento sobre la calidad del agua para consumo humano en el sector Azungue mediante la aplicación de un plan de actividades sanitarias. El estudio, desarrollado entre diciembre de 2020 y agosto de 2021, utilizó un diseño preexperimental con una muestra aleatoria de 20 familias. La metodología incluyó la administración de una preprueba y posprueba de conocimientos sobre agua potable, así como la evaluación de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua. Los resultados iniciales mostraron que algunos parámetros físicos (turbiedad y color) y químicos (aluminio) superaban los límites máximos permisibles, mientras que los parámetros biológicos (coliformes totales y termotolerantes) estaban fuera de los límites tanto al inicio como al final del estudio. Tras la implementación de las actividades sanitarias, se observaron mejoras en los parámetros físicos y químicos, aunque los parámetros biológicos continuaron excediendo los límites permitidos. El estudio concluyó que el agua en el sector Azungue no es apta para el consumo humano.



López et al., (2022) afirma que la investigación tuvo como objetivo analizar la calidad de agua potable que consume la población en la ciudad Talara, rigiéndose en el cumplimiento dictado por el reglamento el decreto supremo N° 031-2010 SA. El tipo de investigación fue aplicada, de diseño no experimental, transversal y descriptiva comparativo. Para el proceso de recolección ejecutado en el mes de setiembre, se tomaron 5 muestras con una repetición para cada una de ellas, las cuales se realizaron en diferentes puntos de la ciudad, como lo es, 1 muestra en Talara Alta, 2 muestras en Talara Centro, 1 muestra en la zona dirigida para Negritos y, por último, 1 muestra en San Pedro- Cono Norte. Determinándose que, para algunos sectores, el agua consumida por la población de Talara si muestran índices bajos de contaminación relacionado al parámetro microbiológico, es decir, no cumplen con los límites máximos permisibles, con respecto al parámetro organoléptico y físico químico, el agua distribuida en la ciudad si cumple con los estándares establecidos en la normativa de calidad de agua para el consumo humano.

### **2.1.3. Antecedentes locales.**

A nivel regional, un estudio llevado a cabo por Mamani y Flores (2020) en la región de Puno, se enfocó en la evaluación de la calidad del agua potable en comunidades rurales cercanas al lago Titicaca. La metodología incluyó el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, con un enfoque especial en la detección de metales pesados como el plomo y el arsénico. Los resultados indicaron que en varias comunidades los niveles de estos metales superaban los límites permisibles, lo que representa un riesgo significativo para la salud. La investigación concluyó que la contaminación por metales pesados en la región es



un problema serio que requiere intervención inmediata, incluyendo la mejora de las fuentes de agua y los sistemas de tratamiento (Mamani & Flores, 2020).

Finalmente, un estudio regional realizado por Choque y Huanca (2023) en la provincia de San Antonio de Putina, Puno, tuvo como objetivo evaluar la presencia de coliformes fecales en el agua potable distribuida en comunidades rurales. La metodología se basó en el muestreo de agua de diferentes fuentes y su análisis microbiológico para detectar la presencia de estos indicadores de contaminación fecal. Los resultados mostraron una alta prevalencia de coliformes fecales en todas las muestras, lo que pone en evidencia la deficiencia en los procesos de tratamiento y la necesidad urgente de implementar medidas correctivas. La conclusión del estudio resaltó la necesidad de fortalecer las infraestructuras de tratamiento de agua y las prácticas de saneamiento para garantizar la seguridad del agua potable en estas comunidades (Choque & Huanca, 2023).

Mamani & Choi et al., (2019) realizaron un estudio para evaluar la calidad del agua en la cuenca del río Ramis, una importante fuente de agua en la región de Puno. El objetivo fue determinar el impacto de la minería artesanal en la calidad del agua superficial. Utilizando métodos de análisis físico-químicos y espectrofotometría de absorción atómica, analizaron muestras de agua de 15 puntos a lo largo del río durante las estaciones seca y húmeda. Los resultados revelaron niveles elevados de metales pesados, particularmente mercurio y plomo, que excedían los límites máximos permisibles establecidos por la normativa peruana en varios puntos de muestreo. Además, encontraron una correlación significativa entre la proximidad a las zonas de actividad minera y la concentración de contaminantes. Los autores concluyeron que la minería artesanal



tiene un impacto negativo significativo en la calidad del agua del río Ramis, destacando la necesidad de implementar medidas de control más estrictas y tecnologías de tratamiento de agua más eficaces en la región.

Por otro lado, Ccori & Huayta et al., (2021) investigaron la calidad microbiológica del agua para consumo humano en comunidades rurales del distrito de Ayaviri, provincia de Melgar, Puno. El estudio tuvo como objetivo evaluar la presencia de coliformes totales y fecales en los sistemas de abastecimiento de agua de 10 comunidades. Utilizando técnicas de filtración por membrana y cultivo en medios selectivos, analizaron muestras de agua de fuentes, reservorios y grifos domiciliarios durante un período de seis meses. Los resultados mostraron que el 70% de las muestras no cumplían con los estándares microbiológicos establecidos por el Ministerio de Salud del Perú, con una alta prevalencia de coliformes totales y presencia de *E. coli* en el 40% de las muestras. Los investigadores también identificaron deficiencias en los sistemas de cloración y en las prácticas de mantenimiento de la infraestructura de agua. Concluyeron que es urgente mejorar los sistemas de tratamiento y distribución de agua en estas comunidades rurales, así como implementar programas de educación sanitaria para mejorar las prácticas de manejo del agua a nivel domiciliario.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. El agua.**

El agua, es un líquido que carece de color, es prácticamente imperceptible en cuanto a su olor y sabor. Representada por la fórmula química  $H_2O$ , esta sustancia líquida es vital tanto para la flora como la fauna, además de ser ampliamente utilizado como disolvente. La presencia de contaminantes en el



suministro de agua potable puede dar lugar a enfermedades, afectando tanto a naciones en vías de desarrollo como a las ya industrializadas. Al mismo tiempo, el agua desempeña un papel fundamental en el progreso de la vida humana y la actividad industrial Gámez *et al.*, (2002).

El agua, esencial para la vida, se presenta como un recurso natural renovable y estratégico para el desarrollo sostenible, además de ser fundamental en el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que lo respaldan, así como en la garantía de la seguridad nacional (ANA, 2019).

El planeta cuenta con un recurso naturalpreciado en forma de agua, ya que su funcionamiento ecosistemático, la propia existencia de la vida, el crecimiento de las áreas urbanas y el progreso de la agricultura y las actividades productivas dependen en gran medida de la cantidad y calidad de este recurso disponible (Ávila *et al.*, 2003).

### **2.2.2. Importancia del agua.**

Es conocimiento nuestro que el agua por lo general es un elemento fundamental para la existencia del hombre, ya que sin ella él no podría existir, es por ello que toda población o comunidad ha buscado asentamiento cerca una fuente de agua.

En la actualidad, la demanda o disponibilidad de agua en cantidad satisfactoria y de buena calidad, es una de las principales necesidades de cualquier población. Por lo que, su preservación y/o cuidado es imprescindible para el ser vivo (Tacora, *et al.*, 2018).



### **2.2.3. Características del agua.**

Es conocimiento de todos que el agua tiene varias propiedades fijadas que la convierten en un elemento indispensable para la vida, por otro lado, también cuenta con características que determinan su calidad y aptitud.

Sin embargo, para conocer qué tan pura o contaminada está el agua es necesario medir ciertos parámetros (Saravia *et al.*, 2019) Las medidas de aptitud de agua, están esencialmente clasificados en físicos, químicos y microbiológicos que determinan su calidad.

#### **2.2.3.1. Parámetros físicos.**

Se consideran como parámetros físicos aquellas características que influyen directamente en las cualidades visuales del agua, tales como turbidez, tonalidad, fragancia, temperatura y materia en suspensión.

#### **2.2.3.2. Parámetros químicos.**

Los numerosos compuestos químicos que se encuentran en disolución en el agua pueden ser de procedencia natural o manufacturada, y su impacto positivo o negativo dependerá de su composición y concentración presente (Pradillo *et al.*, 2016).

Con fines educativos, los parámetros químicos del agua se categorizan en dos grupos: indicadores (pH, acidez, alcalinidad) y compuestos químicos (sustancias químicas).



### **2.2.3.3. Parámetros biológicos.**

Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos. Los microorganismos en el agua pueden ser patógenos o no patógenos, es decir, que uno de ellos puede causar enfermedades a los seres vivos, mientras que por no patógenos se entiende lo contrario.

### **2.2.4. Calidad del agua para consumo humano.**

El agua destinada al consumo humano se emplea para beber, cocinar, preparar alimentos y otros usos en el hogar. Cada país regula la calidad del agua destinada al consumo humano, estableciendo que no debe contener microorganismos, parásitos o sustancias en cantidades que representen un riesgo para la salud humana. Debe estar completamente libre de bacterias.

Por lo general, el agua potable se obtiene de manantiales de aguas cristalinas o de pozos profundos que extraen agua de acuíferos de alta calidad. Sin embargo, es necesario tratar el agua para hacerla apta para el consumo humano, lo que a menudo implica la eliminación de sustancias disueltas, partículas no disueltas y microorganismos perjudiciales para la salud (ANDA, 2015).

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad fisicoquímica del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud, tras cortos o largos periodos de exposición (Zegarra *et al.*, 2016).

La disponibilidad de agua dulce en la Tierra es finita y su pureza enfrenta una presión constante. Preservar la pureza del agua dulce es fundamental para



garantizar el suministro de agua potable, la producción de alimentos y las actividades recreativas. La integridad del agua puede estar en riesgo debido a la presencia de microorganismos patógenos, sustancias químicas nocivas o radiaciones (OMS, 2019).

#### **2.2.4.1. Calidad física – química del agua.**

La mayoría de las sustancias químicas representan un riesgo para la salud humana cuando están presentes en el agua durante un período prolongado, aunque algunas pueden tener efectos peligrosos después de múltiples exposiciones en un corto lapso de tiempo. Existen numerosos parámetros químicos que determinan la calidad del agua, pero solo unas pocas sustancias, como el fluoruro, el arsénico, el nitrato y el plomo, han sido científicamente comprobadas como causantes de efectos perjudiciales para la salud humana cuando se encuentran en concentraciones excesivas en el agua de consumo (OMS, 2017).

#### **2.2.4.2. Calidad microbiológica del agua.**

La verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye sólo análisis microbiológicos. Dichos análisis son de suma importancia, ya que el riesgo para la salud más común y extendido asociado al agua de consumo es la contaminación microbiana. Así pues, el agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores. En la mayoría de los casos, conllevará el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos. Para determinar la contaminación fecal,



generalmente se usa como indicador la presencia de bacterias coliformes termotolerantes puede ser una alternativa aceptable en muchos casos (Organización Mundial de la Salud, 2018).

### **2.2.5. Escasez de agua.**

El agua un elemento indispensable para el hombre, es un recurso vulnerable y escaso hoy en día; debido a que su uso y manejo no sustentable contribuye al deterioro de su calidad y cantidad, por lo tanto, su bien es finito, no es escaso en sí mismo. “Cerca de una tercera parte de la población del planeta vive en países que sufren una escasez de agua alta o moderada, son 80 países. Se calcula que en menos de 25 años otras poblaciones estarán viviendo escasez de agua” Mejía *et al.*, (2005).

### **2.2.6. Normativa para la calidad del agua de consumo.**

#### **2.2.6.1. Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA.**

Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.

#### **2.2.6.2. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.**

El año 2000, la Dirección General de Salud Ambiental, asume la tarea de elaborar el “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano”, tarea que el 26 de setiembre del 2010, a través del D.S. N° 031-2010-SA, se vio felizmente culminada. Este reglamento, no solo establece límites máximos permisibles, en lo que parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y

parámetros radiactivos, se refiere; sino también les asigna nuevas y mayores responsabilidades a los gobiernos regionales, respecto a la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano (MINSA, 2010).

En el Artículo 63°. - Parámetros de control obligatorio (PCO) se menciona: “Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes: coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual de desinfectante, y pH.” (MINSA, 2011:28). Las mismas que deben cumplirse con lo establecido a continuación:

**Tabla 1**

*Parámetros del agua para consumo humano.*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Coliformes totales	UFC/100 ml a 35°C	0(*)
Coliformes termotolerantes	UFC/100 ml a 35°C	0(*)
Color	UCV escala Pt/Co	15 (S/C)
Turbiedad	UNT	5
Residual desinfectante (cloro libre residual)	mg L-1	≥ 0.5
pH	Valor de pH	6.5-8.5

Nota: Decreto supremo N° 031-2010-SA.

Donde:

- UFC = Unidades formadoras de colonias.
- UCV = escala Pt/Co Unidad de color verdadero.
- UNT = Unidades nefelométricas de turbidez.



### **2.2.7. Parámetros del agua para consumo humano.**

De acuerdo al reglamento de calidad de agua las medidas de parámetros del control obligatorio para todos los proveedores de agua, son los siguientes: coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual de desinfectante y pH MINSA, (2011).

#### **2.2.7.1. Coliformes totales.**

Los coliformes totales son un grupo de bacterias gram negativas que presentan una forma de bastón (bacilos) y se desarrollan en presencia de sales biliares u otros agentes tensioactivos. Estas bacterias son oxidasa negativa, lo que significa que no producen la enzima oxidasa, y no forman esporas, lo que las distingue de otras bacterias que pueden sobrevivir en condiciones ambientales adversas. El grupo de coliformes incluye a bacterias de los géneros *Escherichia* (como *Escherichia coli*), *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*. Estas bacterias son comúnmente encontradas en el ambiente, incluyendo en el suelo, la vegetación y el agua, y su presencia en el agua potable se utiliza como un indicador de la calidad del agua y de la posible contaminación.

Según Fernández et al. (2017), el grupo de bacterias coliformes incluye tanto a los coliformes totales como a los coliformes fecales o termotolerantes, estos últimos estrechamente asociados con la posible presencia de contaminación fecal. Esto significa que, aunque la presencia de coliformes totales no necesariamente indica contaminación fecal, sí sugiere que puede haber un problema de higiene o contaminación en el sistema de distribución de agua.



En términos de regulación, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2007) ha establecido un límite del 5.0% para muestras positivas de coliformes totales en sistemas de agua que recolectan menos de 40 muestras al mes. Esto significa que, en un sistema de agua, no más de una muestra al mes puede ser positiva para coliformes totales. Si se detecta una cantidad mayor, se debe realizar una investigación adicional para identificar la fuente de contaminación y tomar medidas correctivas.

#### **2.2.7.2. Coliformes termotolerantes.**

Los coliformes termotolerantes, también conocidos como coliformes fecales, son un subgrupo específico de bacterias coliformes que residen en el tracto digestivo de los seres humanos y otros vertebrados de sangre caliente. Estas bacterias son capaces de fermentar la lactosa, produciendo acidez y gas cuando se incuban a una temperatura de 44.5°C. Esta capacidad de fermentar lactosa a temperaturas elevadas es una característica que distingue a los coliformes termotolerantes de otros tipos de coliformes.

El grupo de coliformes termotolerantes incluye géneros como *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, y *Citrobacter*. La presencia de estos microorganismos en el agua es un fuerte indicador de contaminación fecal reciente, lo que sugiere que el agua podría estar contaminada con patógenos de origen fecal, como bacterias, virus y parásitos, que representan un riesgo significativo para la salud humana (Triveño et al., 2016).



### **2.2.7.3. Color.**

El color del agua es una propiedad física que puede proporcionar información sobre su origen y las propiedades del agua. Según Rocha et al. (2010), la coloración del agua puede indicar la presencia de óxidos metálicos, como el óxido de hierro, que se manifiesta como un color rojizo. Además, el color puede ser causado por la presencia de sustancias orgánicas, como aquellas resultantes de la descomposición de material vegetal, así como por diversos productos y metabolitos orgánicos que suelen dar un tono amarillento al agua (Marín et al., 2019).

El color también puede ser el resultado de la presencia de minerales como el hierro y el manganeso, o de residuos coloridos de procesos industriales. En el agua doméstica, un color anormal puede manchar los accesorios sanitarios y opacar la ropa, lo que es una indicación de que el agua podría estar contaminada o no ser adecuada para ciertos usos (Orellana et al., 2005).

### **2.2.7.4. Turbiedad.**

La turbiedad se refiere a la medida de la claridad del agua y está relacionada con la cantidad de partículas en suspensión que dispersan la luz que pasa a través del agua. Estas partículas pueden ser de origen orgánico o inorgánico, y están finamente divididas, lo que dificulta la transparencia del agua (Cava & Ramos, 2016).

La turbiedad puede ser causada por una variedad de materiales en suspensión, incluyendo arcillas, limos, coloides orgánicos, plancton y otros organismos microscópicos. Estas partículas se pueden clasificar en



tres categorías principales: minerales, partículas orgánicas húmicas y partículas filamentosas. La presencia de turbidez en el agua puede afectar negativamente los procesos de desinfección, ya que las partículas pueden proteger a los patógenos de la acción del desinfectante, y también puede afectar la aceptación del agua por parte de los consumidores (Marín, s.f.).

#### **2.2.7.5. Cloro residual.**

El cloro residual es la cantidad de cloro que permanece en el agua después de que se ha completado el proceso de desinfección. El cloro es ampliamente utilizado en plantas potabilizadoras de agua no solo por su capacidad para eliminar microorganismos patógenos, sino también porque reacciona con otras sustancias presentes en el agua, como amoníaco, hierro, manganeso, compuestos sulfurados y algunas sustancias que causan malos olores y sabores. Estas reacciones mejoran las características organolépticas del agua (Cava & Ramos, 2016).

Mantener un nivel adecuado de cloro residual es esencial para prevenir la recontaminación del agua durante su almacenamiento y distribución. Sin embargo, es importante controlar cuidadosamente las concentraciones de cloro residual para evitar efectos adversos, como la formación de subproductos desinfectantes que pueden ser perjudiciales para la salud.

#### **2.2.7.6. pH.**

El pH del agua es una medida de la concentración de iones hidrógeno ( $H^+$ ) presentes en la misma, lo que determina si el agua es ácida, neutra o básica. Según Monte et al. (2016), el agua es una sustancia



anfótera, lo que significa que puede actuar tanto como un ácido como una base, siendo capaz de aceptar y donar protones. Esta propiedad se refleja en la reacción entre dos moléculas de agua, donde una actúa como ácido y la otra como base.

El pH se mide en una escala que va de 0 a 14, donde un pH de 7 indica una sustancia neutra. Valores de pH por debajo de 7 indican acidez, mientras que valores por encima de 7 indican alcalinidad (DIGESA, s.f.). El pH del agua es un parámetro crucial que afecta su calidad y su interacción con otros compuestos químicos y biológicos. Un pH adecuado es necesario para asegurar que el agua sea segura para el consumo humano y no cause corrosión en las tuberías ni otros problemas en los sistemas de distribución de agua.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Agua para consumo humano:** Agua que, por sus características químicas, físicas y microbiológicas, es apta para ser ingerida por personas sin representar un riesgo para la salud. Este tipo de agua también es adecuada para usos domésticos habituales, incluyendo la higiene personal, preparación de alimentos y otras actividades relacionadas con el bienestar humano. Según el Ministerio de Salud (MINSAL, 2011), el agua para consumo humano debe cumplir con ciertos parámetros de calidad que garantizan su inocuidad.
- **Calidad del agua:** Se refiere al conjunto de características físicas, químicas, y biológicas que determinan la aptitud del agua para un uso específico, como el consumo humano, riego agrícola o procesos industriales. La calidad del agua es evaluada mediante el análisis de parámetros como la presencia de contaminantes, el nivel de pH,



turbiedad, color y la concentración de metales pesados. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) establece guías y estándares para asegurar que el agua sea segura para el uso designado.

- **Coliformes termotolerantes:** Este término hace referencia a un subgrupo de bacterias coliformes que tienen la capacidad de fermentar la lactosa a una temperatura de  $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  en un período de 24 horas. Estas bacterias son utilizadas como indicadores microbiológicos para detectar la presencia de contaminación fecal en el agua, lo que representa un riesgo potencial para la salud humana si se ingiere o se utiliza para actividades de higiene. Según el MINSA (2011), la presencia de coliformes termotolerantes en el agua es un parámetro crítico en la evaluación de la calidad del agua potable.
- **Coliformes totales:** Son un grupo de bacterias que incluye todos los bacilos gram-negativos, aerobios o anaerobios facultativos, que no forman esporas y que tienen la capacidad de fermentar la lactosa produciendo gas en un período de 48 horas a una temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$ . La presencia de coliformes totales en el agua es un indicador de la calidad microbiológica del agua y puede señalar la presencia de contaminación orgánica o fecal. Según el MINSA (2011), su monitoreo es esencial para garantizar la seguridad del agua destinada al consumo humano.
- **Color:** El color del agua es una característica física que puede variar dependiendo de la presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas o en suspensión. El color puede ser un indicador de contaminación natural o antropogénica y puede afectar la aceptabilidad estética del agua, aunque no siempre es indicativo de un problema de salud. Según la OMS (2017), el color del agua debe ser monitoreado para asegurar que no se excedan los niveles que podrían influir en su calidad para consumo humano.



- **LMP (Límites Máximos Permisibles):** Los LMP son medidas establecidas que indican el grado máximo de concentración de ciertos parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un efluente o una emisión, cuya superación puede causar daños a la salud humana, al bienestar o al medio ambiente. Los LMP son esenciales en la regulación de vertimientos y emisiones, asegurando que se minimicen los impactos negativos en los cuerpos de agua y en la salud pública. Según el MINAM (2010), estos límites son fundamentales en la gestión de la calidad ambiental.
- **Parámetros de control:** Son los indicadores específicos de calidad del agua que deben ser monitoreados regularmente para garantizar que el agua sea apta para el consumo humano. Estos parámetros incluyen la medición de contaminantes microbiológicos, químicos y físicos, y su control es obligatorio según las normativas de salud pública. El MINSA (2011) establece que la monitorización de estos parámetros es crucial para la protección de la salud pública y la prevención de enfermedades transmitidas por el agua.
- **pH:** El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno en una solución, que indica su grado de acidez o alcalinidad. En el contexto del agua para consumo humano, el pH es un parámetro crucial, ya que influye en la solubilidad y toxicidad de los contaminantes, así como en la efectividad de los procesos de desinfección. La OMS (2017) recomienda que el pH del agua potable esté dentro de un rango que no cause corrosión en las tuberías ni afecte la salud de los consumidores.
- **Residual de desinfectante:** Se refiere a la cantidad de desinfectante, generalmente cloro, que permanece en el agua después del proceso de desinfección. Este residual es importante para prevenir la recontaminación del agua durante su almacenamiento y distribución. Un nivel adecuado de residual de desinfectante asegura que el agua se mantenga libre de patógenos hasta su consumo final. Según el MINSA (2011), el



monitoreo de este parámetro es esencial para garantizar la seguridad microbiológica del agua potable.

- **Turbiedad:** La turbiedad es una medida de la cantidad de partículas en suspensión presentes en el agua, que afectan su claridad. Este parámetro es importante porque la turbiedad puede proteger a los microorganismos de los procesos de desinfección y reducir la efectividad del tratamiento del agua. Según la OMS (2017), la turbiedad debe mantenerse a niveles bajos para asegurar que el agua sea adecuada para el consumo humano y para minimizar riesgos para la salud.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis se desarrolló bajo el método hipotético-deductivo, el cual permite formular hipótesis sobre la calidad del agua para consumo humano y someterlas a prueba mediante la recolección y análisis de datos empíricos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Este método es adecuado para evaluar los parámetros de control obligatorio del agua y contrastar los resultados con los estándares establecidos.

#### 3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En cuanto al nivel, se clasifica como descriptiva-correlacional. Es descriptiva porque busca especificar las propiedades y características de la calidad del agua en la zona de estudio, y correlacional porque pretende establecer relaciones entre los diferentes parámetros analizados y su cumplimiento con los estándares normativos Arias *et al.*, 2012).

#### 3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Aplicada, ya que busca generar conocimientos con aplicación directa a la problemática de la calidad del agua en la localidad de Cerro Lunar de Oro (Lozada *et al.*, 2014). El enfoque adoptado es cuantitativo, caracterizado por la recolección de datos numéricos sobre los parámetros de calidad del agua y su análisis para establecer patrones de comportamiento y probar las hipótesis (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).



### **3.4. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

Enfoque cuantitativo. Según Kerlinger & Lee (2002), el enfoque cuantitativo se basa en la recolección de datos numéricos y en el uso de herramientas estadísticas para analizar dichos datos. Este enfoque es apropiado para la evaluación de la calidad del agua, ya que se basará en la recolección de muestras de agua, su análisis en laboratorio y la interpretación de los resultados obtenidos a través de técnicas estadísticas.

### **3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Diseño no experimental de corte transversal. No experimental porque se observan los fenómenos en su contexto natural sin manipulación deliberada de variables, y transversal porque la recolección de datos se realiza en un único momento temporal (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Este diseño permite obtener una "fotografía" de la situación actual de la calidad del agua en la localidad estudiada.

### **3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO**

#### **3.6.1. Población de estudio.**

La población de estudio está constituida por todos los puntos de abastecimiento de agua para consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro, distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno. Esto incluye fuentes de agua, reservorios, sistemas de distribución y puntos de consumo final dentro del área geográfica de la localidad.

### 3.6.2. Muestra de estudio.

Dado que se trata de una evaluación de parámetros de calidad de agua, se propone un muestreo estratificado proporcional (Otzen y Manterola, 2017). La muestra se seleccionó considerando los siguientes estratos: Fuentes de agua, puntos de distribución y puntos de consumo final. La selección de los puntos específicos dentro de cada estrato se realizó mediante un muestreo aleatorio simple; mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Muestra del análisis.*

Época	Muestra	Descripción	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	Altura
Avenida	M – 01	Jr. Pizacoma	451480.33	8383183.42	4830.20
	M – 02	B. Independencia	451626.37	8383090.99	4824.17
	M – 03	B. Alto mirador	451571.00	8383424.00	4829.25
Estiaje	M – 04	Jr. Pizacoma	451480.33	8383183.42	4830.20
	M – 05	B. Independencia	451626.37	8383090.99	4824.17
	M – 06	B. Alto mirador	451571.00	8383424.00	4829.25

Nota: Adaptado por el autor.

## 3.7. ÁMBITO DE ESTUDIO

### 3.7.1. Ubicación del área en estudio.

La investigación se llevó a cabo en la localidad de Cerro Lunar de Oro, ubicada en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno, Perú. Las coordenadas geográficas aproximadas son:

Latitud: 14°40'30" S

Longitud: 69°32'15" O

Altitud: aproximadamente 4,830 metros sobre el nivel del mar.

### 3.7.2. Descripción del área de estudio.

Cerro Lunar de Oro es una comunidad minera de alta montaña caracterizada por su clima frío y seco, típico de la puna andina. La temperatura media anual oscila entre los 3°C y 7°C, con frecuentes heladas nocturnas. La precipitación anual promedio es de alrededor de 700 mm, concentrada principalmente entre diciembre y abril. La principal actividad económica de Cerro Lunar de Oro es la minería aurífera, tanto formal como informal. Esta actividad ha tenido un impacto significativo en el paisaje y los recursos hídricos de la zona. La población estimada es de aproximadamente 2,000 habitantes, aunque esta cifra puede variar debido a la naturaleza fluctuante de la actividad minera.

El abastecimiento de agua para la localidad proviene principalmente de fuentes superficiales y subterráneas cercanas. Sin embargo, la calidad del agua es una preocupación constante debido a la posible contaminación por la actividad minera y la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento y distribución del agua potable para la localidad de estudio.

### Figura 2

*Punto de distribución Barrio independencia.*



Nota: Adaptado por el autor (Muestra de agua).



### 3.8. VARIABLES E INDICADORES

#### 3.8.1. Variable independiente.

##### Parámetros de control obligatorio del agua.

- Color.
- Turbiedad.
- Residual de desinfectante (Cloro residual).
- pH.
- Coliformes totales.
- Coliformes termotolerantes (fecales).

#### 3.8.2. Variable dependiente.

**Calidad del agua para consumo humano:** Esta variable se define como la condición del agua que cumple o no con los estándares establecidos para el consumo humano seguro, basada en el cumplimiento de los parámetros de control obligatorio.

#### 3.8.3. Variables intervinientes.

- **Condiciones climáticas:**
  - Definición: Factores meteorológicos como temperatura, precipitación y estacionalidad.
  - Relevancia: Pueden afectar la concentración de contaminantes y la eficacia de los sistemas de tratamiento.
- **Época de concentración de agua del río:**
  - Época de estiaje: Se refiere al nivel más bajo de un río o cuerpo de agua
  - Época de avenida: Se refiere al aumento significativo del caudal de un río, que puede llevar a inundaciones.

### 3.8.4. Operacionalización de variables

**Tabla 3**

*Operacionalización de las variables*

<b>Variable independiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>
Parámetros de control obligatorio del agua	Conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas del agua que deben ser monitoreadas obligatoriamente para determinar su calidad para consumo humano.	Medición y análisis de los parámetros establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parámetros físicos.</li> <li>- Parámetros químicos.</li> <li>- Parámetros biológicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color</li> <li>- Turbiedad</li> <li>- Cloro residual</li> <li>- pH</li> <li>- Coliformes totales</li> <li>- Coliformes termotolerantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UCV escala Pt-Co</li> <li>- UNT</li> <li>- mg/L</li> <li>- Escala de pH (0-14)</li> <li>- UFC/100 mL</li> <li>- Escala de pH (0-14)</li> <li>- UFC/100 mL</li> </ul>
Calidad del agua para consumo humano	Condición del agua que cumple con los estándares físicos, químicos y microbiológicos establecidos para el consumo humano seguro.	Evaluación del cumplimiento de los límites máximos permisibles para cada parámetro de control obligatorio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de estándares</li> <li>- Nivel de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porcentaje de muestras que cumplen con todos los parámetros.</li> <li>- Clasificación de la calidad del agua según el grado de cumplimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porcentaje (%)</li> <li>- Ordinal (Apta / No apta para consumo humano).</li> </ul>

Nota: Elaboración propia.

### 3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

#### 3.9.1. Análisis de los parámetros del agua en la localidad de Lunar de Oro.

Para analizar los parámetros del agua de consumo en la localidad de Cerro Lunar de Oro, se realizó un muestreo sistemático en diversos puntos estratégicos de la localidad. Se seleccionaron 03 puntos de muestreo, en los puntos de distribución asegurando una representación adecuada de todo el sistema de abastecimiento de agua en tiempo de avenida y estiaje.

Las muestras fueron recolectadas siguiendo los protocolos establecidos por el Ministerio de Salud del Perú para el muestreo de agua para consumo humano. Se utilizaron recipientes estériles y se mantuvieron las condiciones de preservación adecuadas durante el transporte al laboratorio.

#### Figura 3

*Muestro de agua para su traslado a laboratorio.*



Nota: Adaptado por el autor (Muestreo de agua).

## Figura 4

*Traslado de muestras al laboratorio.*



Nota: Adaptado por el autor (Muestreo de agua).

Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA - Puno, se analizaron los 06 parámetros de control obligatorio establecidos por el MINSA: color, turbiedad, pH, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes. Para cada parámetro, se utilizaron métodos estandarizados de análisis, como la espectrofotometría para el color, el método nefelométrico para la turbiedad, electrodos de pH para la medición del pH, el método DPD para el cloro residual, y la técnica de filtración por membrana para los análisis microbiológicos.

## Figura 5

*Análisis de los parámetros del agua.*



Nota: Laboratorio de Química de la UNA - Puno.

### 3.9.2. Comparación con límites máximos establecidos por el MINSA.

En el segundo objetivo específico, que corresponde comparar los parámetros del agua de consumo en la localidad de Cerro Lunar de Oro con los parámetros establecidos por el MINSA para agua de consumo humano, se procedió de la siguiente manera: Se recopilaron los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el MINSA en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA) para cada uno de los parámetros analizados; los cuales presentamos en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Muestra del análisis.*

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible del agua para consumo
Color	UCV escala Pt/Co	Incoloro
Turbiedad	UNT	5.00
pH	Valor de pH	6.50 – 8.50
Cloro residual	mg L – 1	$\geq 0.50$
Coliformes totales	UFC/100 ml a 35°C	0.00
Coliformes termotolerantes	UFC/100 ml a 35°C	0.00

Nota: MINSA - D S N° 031-2010-SA.

Luego, se realizó una comparación sistemática de los resultados obtenidos en los análisis de las muestras con estos LMP. Para cada parámetro, se calculó el porcentaje de muestras que cumplían con los estándares establecidos.

Se elaboraron gráficos comparativos que mostraban los valores obtenidos en las muestras junto con los LMP correspondientes, lo que permitió una visualización clara de la situación de la calidad del agua en relación con los estándares nacionales.

### 3.9.3. Identificación de los puntos de agua más críticos para el consumo.

Para identificar los puntos de estudio más críticos para el consumo, se seleccionaron tres puntos específicos de muestreo. donde se han obtenido dos muestras: una durante la época de avenida siendo el mes de abril y otra durante la época de estiaje en el mes de julio. Esta estrategia de muestreo permitió evaluar la variabilidad estacional en la calidad del agua.

En cada punto y para cada época, se analizaron los mismos seis parámetros de control obligatorio. Los resultados se compararon no solo con los LMP, sino también entre los diferentes puntos de muestreo y entre las dos épocas del año. Se utilizaron técnicas de análisis estadístico, como ANOVA de dos vías, para determinar si existían diferencias significativas en la calidad del agua entre los puntos de muestreo y las épocas del año.

**Tabla 5**

*Puntos de muestra analizados.*

Época	Muestra	Descripción	Coordenadas UTM		
			Este	Norte	Altura
Avenida	M – 01	Jr. Pizacoma	451480.33	8383183.42	4830.20
	M – 02	B. Independencia	451626.37	8383090.99	4824.17
	M – 03	B. Alto mirador	451571.00	8383424.00	4829.25
Estiaje	M – 04	Jr. Pizacoma	451480.33	8383183.42	4830.20
	M – 05	B. Independencia	451626.37	8383090.99	4824.17
	M – 06	B. Alto mirador	451571.00	8383424.00	4829.25

Nota: Adaptado por el autor.

Finalmente se identificaron los puntos más críticos para el consumo de agua en la localidad de estudio.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo presenta los hallazgos del estudio en forma de tablas y figuras, los cuales se analizan en función de los objetivos planteados al inicio.

##### 4.1.1. Análisis de los parámetros del agua en la localidad de Lunar de Oro.

En la siguiente tabla se presenta los resultados del análisis de los parámetros del agua en la localidad de Cerro Lunar de Oro:

**Tabla 6**

*Parámetros del agua en la localidad de Lunar de Oro.*

Parámetro	Época					
	Estiaje			Avenida		
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06
Color	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Turbiedad	0.28	0.00	1.07	0.60	0.37	0.68
pH	3.59	4.68	5.75	3.04	3.54	4.77
Cloro residual	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coliformes totales	23.00	23.00	0.00	23.00	23.00	0.00
Coliformes termotolerantes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: Adaptado por el autor.

Se aprecia que el agua presenta características variadas en los diferentes parámetros analizados. En cuanto al color, todas las muestras resultan incoloras, lo cual es un aspecto positivo para la percepción visual del agua.

La turbiedad muestra valores bajos, oscilando entre 0.00 y 1.07 UNT, lo que indica una baja presencia de partículas suspendidas. Sin embargo, el pH del agua es notablemente ácido, con valores que varían entre 3.04 y 5.75, lo cual es un hallazgo significativo que requiere atención. El cloro residual es consistentemente nulo en todas las muestras analizadas. En cuanto a la presencia de microorganismos, se detectan coliformes totales en cuatro de las seis muestras, con un valor de 23.00 UFC/100 ml, mientras que dos muestras no presentan estos microorganismos. Por otro lado, no se detectan coliformes termotolerantes en ninguna de las muestras analizadas.

#### 4.1.2. Comparación con límites máximos establecidos por el MINSA.

En las siguientes tablas se presentan la comparación de los parámetros del agua en la localidad de Cerro Lunar de Oro con límites máximos permitidos establecidos por el MINSA:

##### - Parámetro Color.

**Tabla 7**

*Comparación del parámetro de Color con límites máximos establecidos.*

Muestra	Unidad	Parámetro obtenido	Límite máximo permisible del agua para consumo	Apto para consumo
Estiaje	M – 01	<LCM	Incoloro	Si
	M – 02	<LCM	Incoloro	Si
	M – 03	<LCM	Incoloro	Si
Avenida	M – 04	<LCM	Incoloro	Si
	M – 05	<LCM	Incoloro	Si
	M – 06	<LCM	Incoloro	Si

Nota: Adaptado por el autor.

El análisis de la tabla revela que el agua de la localidad de Cerro Lunar de Oro, durante los periodos de estiaje y avenida, cumple con los estándares de calidad establecidos por el Ministerio de Salud en relación al parámetro de color. Esto indica que el agua es incolora y, por lo tanto, adecuada para el consumo humano.

**- Parámetro Turbiedad.**

**Tabla 8**

*Comparación del parámetro de turbiedad con límites máximos establecidos.*

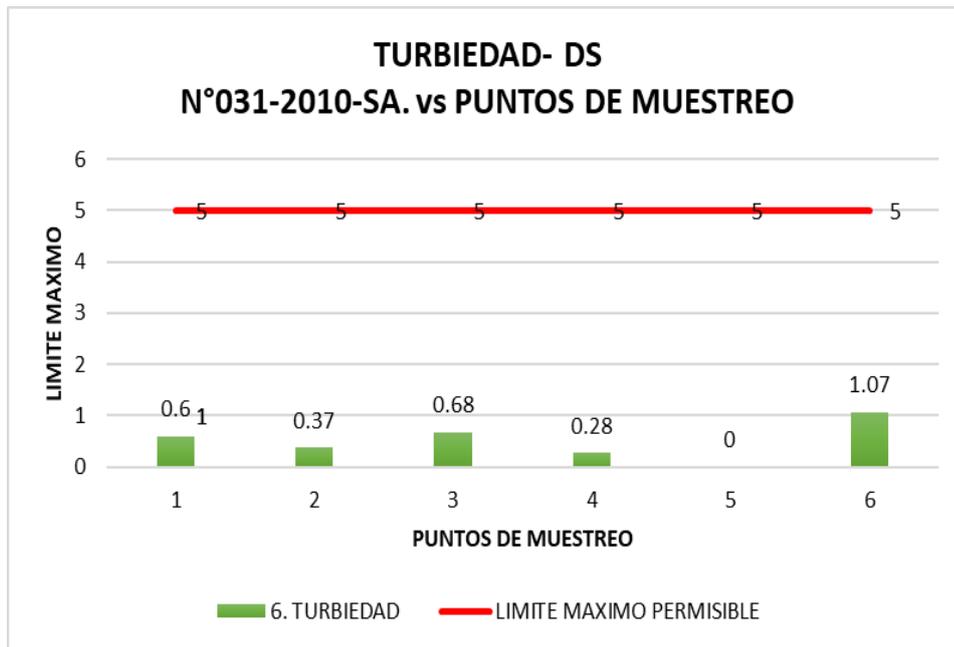
Muestra	Unidad	Parámetro obtenido	Límite máximo permisible del agua para consumo	Apto para consumo	
Estiaje	M – 01	UNT	0.60	5.00	Si
	M – 02	UNT	0.37	5.00	Si
	M – 03	UNT	0.68	5.00	Si
Avenida	M – 04	UNT	0.28	5.00	Si
	M – 05	UNT	0.00	5.00	Si
	M – 06	UNT	1.07	5.00	Si

Nota: Adaptado por el autor.

El análisis de la tabla revela que el agua de la localidad de Cerro Lunar de Oro, durante los periodos de estiaje y avenida, cumple con los estándares de calidad establecidos por el Ministerio de Salud en relación al parámetro de turbiedad. Los valores obtenidos de turbiedad están muy por debajo del límite máximo permisible, lo que indica que el agua es clara y adecuada para el consumo humano.

**Figura 6**

*Comparación del parámetro de Turbiedad con límites máximos establecidos.*



Nota: Adaptado por el autor.

**- Parámetro pH.**

**Tabla 9**

*Comparación del parámetro de pH con límites máximos establecidos.*

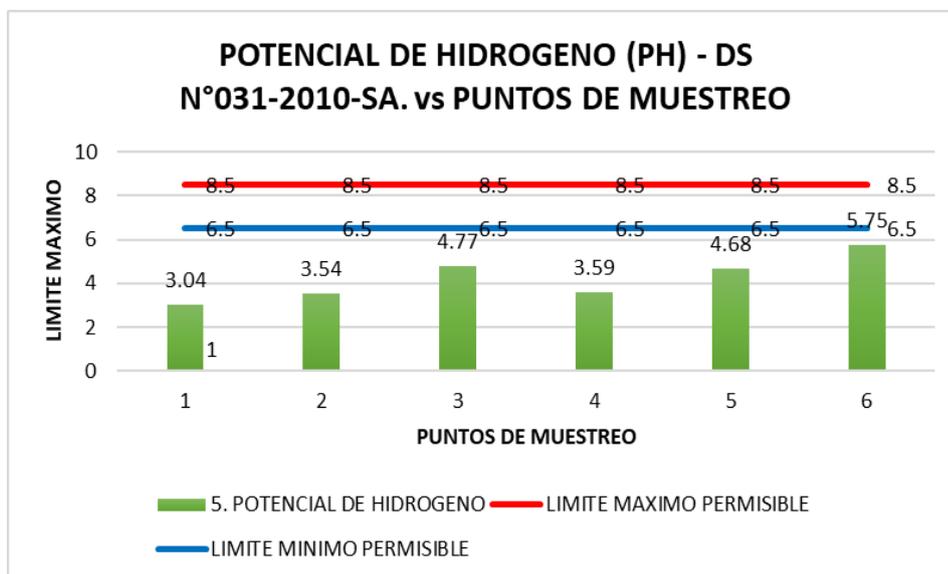
	Muestra	Unidad	Parámetro obtenido	Límite máximo permisible del agua para consumo		Apto para consumo
				Mínimo	Máximo	
Estiaje	M – 01	-	3.04	6.50	8.50	No
	M – 02	-	3.54	6.50	8.50	No
	M – 03	-	4.77	6.50	8.50	No
Avenida	M – 04	-	3.59	6.50	8.50	No
	M – 05	-	4.68	6.50	8.50	No
	M – 06	-	5.75	6.50	8.50	No

Nota: Adaptado por el autor.

El análisis de la tabla revela que el agua de la localidad de Cerro Lunar de Oro, durante los periodos de estiaje y avenida, no cumple con los estándares de calidad establecidos por el Ministerio de Salud en relación al parámetro de pH. Los valores obtenidos de pH están por debajo del rango permisible de 6.50 a 8.50, lo que indica que el agua es ácida y, por lo tanto, inadecuada para el consumo humano.

### Figura 7

*Comparación del parámetro de pH con límites máximos establecidos.*



Nota: Adaptado por el autor.

Ninguna de las muestras analizadas (M-01 a M-06) cumple con el límite máximo permisible de pH del agua para consumo humano según las normas del MINSA, ya que todos los valores de pH obtenidos están por debajo del mínimo requerido de 6.50. Este incumplimiento es preocupante ya que un pH bajo puede tener efectos adversos en la salud de la población que utiliza esta fuente de agua. Es esencial investigar las causas de esta acidez y tomar medidas correctivas para mejorar la calidad del agua y asegurar que sea segura para el consumo humano.

- **Parámetro Cloro residual.**

**Tabla 10**

*Comparación del parámetro de Cloro residual con límites máximos establecidos.*

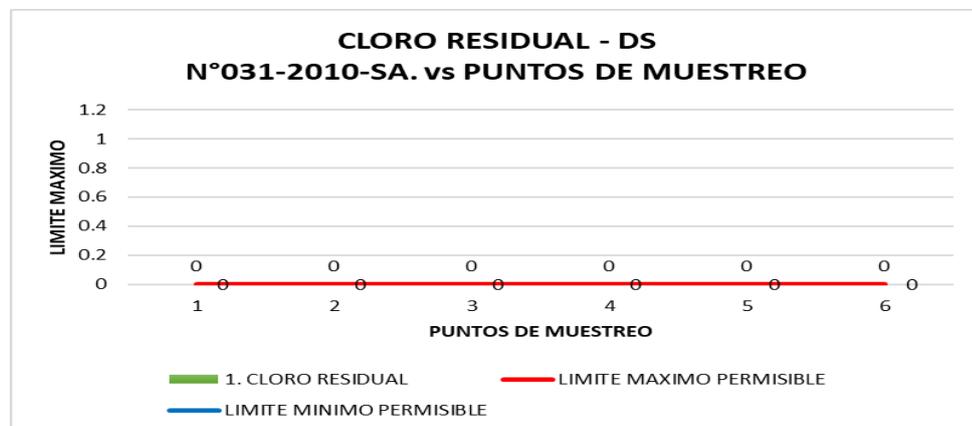
Muestra	Unidad	Parámetro obtenido	Límite máximo permisible del agua para consumo	Apto para consumo
Estiaje	M-01	mg L-1	0.00	Si
	M-02	mg L-1	0.00	Si
	M-03	mg L-1	0.00	Si
Avenida	M-04	mg L-1	0.00	Si
	M-05	mg L-1	0.00	Si
	M-06	mg L-1	0.00	Si

Nota: Adaptado por el autor.

Como se puede observar en la tabla 10, todas las muestras de agua analizadas tuvieron un nivel de cloro residual de 0.00 mg/L. Esto significa que el agua de Cerro Lunar de Oro cumple con el límite máximo permisible de cloro residual establecido por el Ministerio de Salud para el consumo humano.

**Figura 8**

*Comparación del parámetro de Cloro residual con límites máximos establecidos.*



Nota: Adaptado por el autor.

Apreciamos en la figura anterior que: el agua de la localidad de Cerro Lunar de Oro es segura para el consumo humano en lo que respecta al parámetro de cloro residual. Sin embargo, se recomienda realizar investigaciones adicionales para evaluar la calidad del agua en profundidad.

**- Coliformes totales.**

**Tabla 11**

*Comparación del parámetro de Coliformes totales con límites máximos establecidos.*

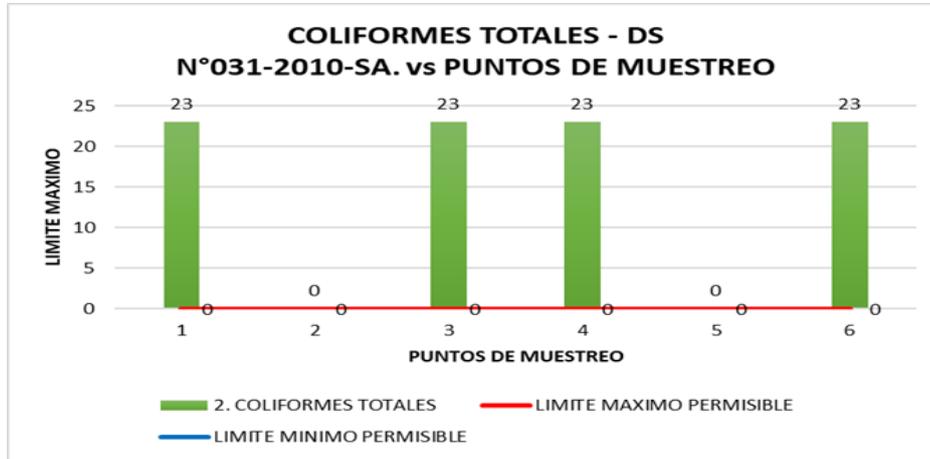
Muestra	Unidad	Parámetro obtenido	Límite máximo permisible del agua para consumo	Apto para consumo	
Estiaje	M – 01	UFC/100 ml a 35°C	23.00	0.00	No
	M – 02	UFC/100 ml a 35°C	23.00	0.00	No
	M – 03	UFC/100 ml a 35°C	0.00	0.00	Si
Avenida	M – 04	UFC/100 ml a 35°C	23.00	0.00	No
	M – 05	UFC/100 ml a 35°C	23.00	0.00	No
	M – 06	UFC/100 ml a 35°C	0.00	0.00	Si

Nota: Adaptado por el autor.

Como se puede observar en la tabla 11, 4 de las 6 muestras de agua analizadas tuvieron un nivel de Coliformes Totales de 0 UFC/100 ml. Esto significa que estas muestras cumplen con el límite máximo permisible de Coliformes Totales establecido por el Ministerio de Salud para el consumo humano. Sin embargo, las otras 2 muestras de agua (M-01 y M-04) tuvieron un nivel de Coliformes Totales de 23.00 UFC/100 ml. Esto significa que estas muestras no cumplen con el límite máximo permisible de Coliformes Totales y, por lo tanto, no son aptas para el consumo humano.

**Figura 9**

*Comparación del parámetro de Coliformes totales con límites máximos establecidos.*



Nota: Adaptado por el autor.

De la figura apreciamos que el agua de la localidad en estudio no es segura para el consumo humano en lo que respecta al parámetro de Coliformes Totales.

**- Coliformes termotolerantes.**

**Tabla 12**

*Comparación del parámetro de Coliformes termotolerantes con límites máximos establecidos.*

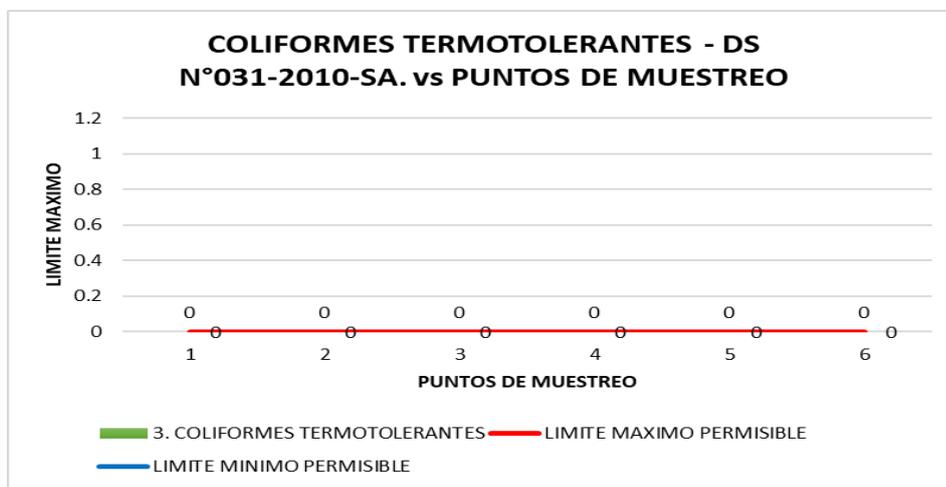
Muestra	Unidad	Parámetro obtenido	Límite máximo permisible del agua para consumo	Apto para consumo	
Estiaje	M – 01	UFC/100 ml a 35°C	0.00	0.00	Si
	M – 02	UFC/100 ml a 35°C	0.00	0.00	Si
	M – 03	UFC/100 ml a 35°C	0.00	0.00	Si
Avenida	M – 04	UFC/100 ml a 35°C	0.00	0.00	Si
	M – 05	UFC/100 ml a 35°C	0.00	0.00	Si
	M – 06	UFC/100 ml a 35°C	0.00	0.00	Si

Nota: Adaptado por el autor.

Como se puede observar en la tabla 12, todas las muestras de agua analizadas tuvieron un nivel de Coliformes Termotolerantes de 0 UFC/100 ml. Esto significa que todas las muestras cumplen con el límite máximo permisible de Coliformes Termotolerantes establecido por el Ministerio de Salud para el consumo humano.

### Figura 10

*Comparación del parámetro de Coliformes termotolerantes con límites máximos establecidos.*



Nota: Adaptado por el autor.

En resumen, observamos que el color del agua cumple con los estándares establecidos, siendo todas las muestras incoloras. La turbiedad se mantiene por debajo del límite máximo permisible de 5.00 UNT en todas las muestras, cumpliendo así con la normativa. Sin embargo, el pH representa un problema significativo, ya que ninguna de las muestras se encuentra dentro del rango establecido (6.50 - 8.50), siendo todas demasiado ácidas para el consumo humano. El cloro residual cumple con el límite máximo establecido de 0.00 mg/L. En cuanto a los coliformes totales, 04 de las 06 muestras exceden el límite de 0.00 UFC/100 ml, lo que las hace no aptas para consumo. Por último, todas las muestras



cumplen con el estándar para coliformes termotolerantes, no presentando ninguna detección.

#### 4.1.3. Identificación de los puntos de agua más críticos para el consumo.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los parámetros del agua aptos para el consumo para identificar los puntos críticos:

**Tabla 13**

*Análisis de los puntos de agua más críticos para el consumo.*

Parámetro	Parámetros que cumplen con LMP						Total
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	
Color	Si	Si	Si	Si	Si	Si	0
Turbiedad	Si	Si	Si	Si	Si	Si	0
pH	No	No	No	No	No	No	6
Cloro residual	Si	Si	Si	Si	Si	Si	0
Coliformes totales	No	No	Si	No	No	Si	3
Coliformes termotolerantes	Si	Si	Si	Si	Si	Si	0
<b>Total</b>	2	2	1	2	2	1	

Nota: Adaptado por el autor.

Observamos que todos los puntos de muestreo presentan problemas de calidad del agua, principalmente debido al pH ácido. Sin embargo, los puntos M-01, M-02 y M-04, M-05 se identifican como los más críticos al combinar valores de pH extremadamente bajos con la presencia de coliformes totales por encima de los límites permitidos.



## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La discusión de los resultados obtenidos en el estudio de la localidad de Cerro Lunar de Oro, Ananea, Puno, revela una situación crítica y multifacética en relación con la calidad del agua destinada para consumo humano. El análisis de los parámetros como pH, coliformes totales y otros indicadores clave pone de manifiesto problemas que no solo se limitan a esta localidad específica, sino que reflejan desafíos más amplios en la gestión de recursos hídricos en áreas rurales del Perú y otras regiones similares.

En primer lugar, la acidez del agua, con valores de pH que varían entre 3.04 y 5.75, es un hallazgo que destaca por su gravedad. Estos valores están considerablemente por debajo del rango permisible establecido por el Ministerio de Salud del Perú (6.50 - 8.50), lo que sugiere una fuente de contaminación que podría estar relacionada con factores geológicos o actividades antropogénicas. Estudios previos en la región de Puno, como el realizado por Mamani & Choi (2019), identificaron la minería artesanal como una posible causa de la acidificación del agua, debido a la lixiviación de metales pesados como el plomo y el mercurio. Estos contaminantes no solo alteran el pH del agua, sino que también pueden tener efectos tóxicos directos sobre la salud humana. La correlación entre la minería y la calidad del agua en Cerro Lunar de Oro debería ser investigada más a fondo, ya que podría explicar la acidez extrema observada.



Además, la presencia de coliformes totales en cuatro de las seis muestras analizadas, con valores que alcanzan 23.00 UFC/100 ml, excede ampliamente el límite permisible de 0.00 UFC/100 ml para agua potable. Este hallazgo es consistente con lo reportado en otras investigaciones en América Latina, donde la contaminación microbiológica sigue siendo un problema persistente. Por ejemplo, Martínez et al. (2020) documentaron una alta prevalencia de coliformes fecales y *Escherichia coli* en comunidades rurales de Colombia, lo que subraya la vulnerabilidad de estas áreas a enfermedades transmitidas por el agua. Este tipo de contaminación es un indicador claro de la presencia de materia fecal en el agua, lo que representa un riesgo grave para la salud pública, particularmente en comunidades donde el acceso a servicios de salud es limitado.

El análisis comparativo de los resultados obtenidos en Cerro Lunar de Oro con los estándares establecidos por el MINSA no solo confirma la gravedad de los hallazgos, sino que también resalta la urgencia de abordar estos problemas de manera integral. Aunque el color y la turbiedad del agua cumplen con los límites permisibles, lo cual es positivo, estos parámetros no compensan los problemas críticos relacionados con el pH ácido y la presencia de coliformes totales. El estudio realizado por Ccolque e Incaluque (2019) en Huancané, Puno, mostró resultados similares, con solo una parte de los parámetros evaluados cumpliendo con la normativa, lo que indica que la calidad del agua en diversas zonas de la región de Puno está comprometida. Este patrón sugiere que las políticas y las medidas de gestión del agua en estas regiones no están siendo efectivas en garantizar la seguridad del agua potable.



Es también preocupante la ausencia total de cloro residual en todas las muestras analizadas en Cerro Lunar de Oro. Un sistema de cloración efectivo es esencial para la desinfección del agua y la eliminación de microorganismos patógenos. En estudios como el de García (2018) en Iquitos, se encontró que la presencia adecuada de cloro residual en el agua potable es crucial para prevenir la contaminación microbiológica. Sin embargo, en Cerro Lunar de Oro, la falta de cloro residual sugiere una deficiencia grave en el tratamiento del agua, lo que podría explicar la persistencia de coliformes totales en algunas muestras. Esto pone de manifiesto la necesidad de implementar un sistema de cloración que asegure la eliminación efectiva de patógenos en el agua.

Los resultados de esta investigación también se alinean con los de estudios previos como el de Ccori & Huayta (2021) en Ayaviri, Puno, quienes reportaron que el 70% de las muestras de agua no cumplían con los estándares microbiológicos establecidos. La presencia de coliformes totales y la ausencia de cloro residual en Cerro Lunar de Oro reflejan desafíos similares en cuanto a la calidad microbiológica del agua, lo que subraya la necesidad de mejorar tanto la infraestructura de tratamiento como las prácticas de saneamiento en la región.

Además, los resultados obtenidos refuerzan la importancia de implementar planes de mejora en la gestión y tratamiento del agua, como se sugiere en estudios como el de Pisco (2021) & López (2022). Estos estudios enfatizan la necesidad de realizar monitoreos continuos y de educar a la población sobre prácticas de manejo seguro del agua a nivel domiciliario. En Cerro Lunar de Oro, la implementación de tales medidas sería crucial para mejorar la calidad del agua y, por ende, la salud pública.



En conclusión, los hallazgos en Cerro Lunar de Oro no solo reflejan problemas locales, sino que también se inscriben dentro de una tendencia más amplia observada en diversas investigaciones que señalan la persistencia de problemas de calidad del agua en zonas rurales y pequeñas localidades del Perú. La acidez extrema del agua, la contaminación microbiológica y la falta de un sistema de cloración efectivo son desafíos críticos que deben ser abordados de manera urgente. La implementación de soluciones integrales que consideren tanto los aspectos técnicos del tratamiento y distribución del agua como los factores sociales y educativos es esencial para garantizar la seguridad del agua potable y proteger la salud de la población en Cerro Lunar de Oro y otras comunidades similares en la región de Puno.



## V. CONCLUSIONES

De la evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro, distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno, revela que el agua no cumple con los estándares establecidos por el Ministerio de Salud para ser considerada apta para consumo humano. Los principales problemas identificados son los niveles de pH extremadamente bajos y la presencia de coliformes totales en la mayoría de las muestras analizadas. Esta situación pone de manifiesto la necesidad urgente de implementar medidas correctivas para mejorar la calidad del agua y proteger la salud de la población local; además, según los objetivos se concluye:

- El agua de la localidad presenta características variadas en los diferentes parámetros analizados. En cuanto al color, todas las muestras resultan incoloras, lo cual es un aspecto positivo para la percepción visual del agua. La turbiedad muestra valores bajos, oscilando entre 0.00 y 1.07 UNT, lo que indica una baja presencia de partículas suspendidas. Sin embargo, el pH del agua es notablemente ácido, con valores que varían entre 3.04 y 5.75, lo cual requiere atención. El cloro residual es consistentemente nulo en todas las muestras. En cuanto a la presencia de microorganismos, se detectan coliformes totales en cuatro de las seis muestras, con un valor de 23.00 UFC/100 ml, mientras que dos muestras no presentan estos microorganismos. Por otro lado, no se detectan coliformes termotolerantes en ninguna de las muestras analizadas.
- El color del agua cumple con los estándares establecidos, siendo todas las muestras incoloras. La turbiedad se mantiene por debajo del límite máximo permisible de 5.00 UNT en todas las muestras, cumpliendo así con la normativa. Sin embargo, el pH



representa un problema significativo, ya que ninguna de las muestras se encuentra dentro del rango establecido (6.50 - 8.50), siendo todas demasiado ácidas para el consumo humano. El cloro residual cumple con el límite máximo establecido de 0.00 mg/L. En cuanto a los coliformes totales, cuatro de las seis muestras exceden el límite permisible de 0.00 UFC/100 ml, lo que las hace no aptas para consumo. Por último, todas las muestras cumplen con el estándar para coliformes termotolerantes, no presentando ninguna detección.

- Todos los puntos de muestreo presentan problemas de calidad del agua, principalmente debido al pH ácido. Sin embargo, los puntos M-01, M-04 (Jirón Pizacoma) y M-02, M-05 (Barrio Independencia) se identifican como las zonas más críticas al combinar valores de pH extremadamente bajos con la presencia de coliformes totales por encima de los límites permitidos. Estos puntos requieren atención prioritaria en cualquier plan de mejora de la calidad del agua en la localidad de Cerro Lunar de Oro.



## VI. RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan algunas sugerencias para mejorar la calidad del agua en los sistemas de suministro de agua potable en el Centro Poblado Cerro Lunar de Oro:

- Se recomienda la planificación de una planta de tratamiento de agua potable adecuada, de manera que, al ser implementada, aporte a la mejora de la calidad del agua en el Centro Poblado Cerro Lunar, para lo cual es necesario realizar la potabilización del agua teniendo en cuenta los siguientes conceptos y recomendaciones a grandes rasgos: El proceso de potabilización del agua implica tratar el agua para hacerla segura para el consumo humano. Un hecho que resalta su importancia es que solo el 0.4% del agua en la Tierra es naturalmente potable sin necesidad de tratamiento alguno, lo que subraya la necesidad de esta tecnología para garantizar un suministro seguro de agua para beber BBVA (2024).

a. Primero se debería realizar el pretratamiento, eliminando los sólidos de tamaño considerable y separando la arena del agua en la estructura de la captación colocando rocas de diferente tamaño, también realizar una pirca alrededor para que no haya tránsito de personas y animales a su alrededor y puedan realizar alguna maniobra intencional para su contaminación con sólidos o con eses, el reservorio se debería cubrir completamente de la intemperie, hacer cambios en el techo de calamina que ya se veía un tanto oxidado, se recomienda un techo de calaminas de policarbonato pintado de color azul y también en las grietas se tiene que agregar mallas para evitar la entrada de sólidos que podrían arrastrarse con el viento, en las líneas de conducción también se recomienda cambiar las tuberías de color negro a tuberías de color azul por lo mismo de que ya tienen más de 2 años de uso y también por que el color negro atrae la energía solar y esto podría



aumentar la temperatura del agua y con ello dar una rápida reproducción de algún tipo de microorganismos, , en el panel de distribución no se observó inconvenientes, en cuanto a los tanques de Rotoplas se debería colocar un cerco de mallas metálicas aseguradas para que así pueda estar protegido de algún tipo de contaminación provocada, para proceder con la potabilización se debería realizar los siguientes procedimientos.

**b. Coagulación y floculación**

**c. Desinfección del agua**

**d. Análisis**

**e. Finalmente capacitar al proveedor.**

- Continuar con la ejecución de monitoreos periódicos del agua para consumo humano, particularmente en distintas épocas del año, con el fin de desarrollar una base de datos que simplifique la identificación de cualquier parámetro que esté fuera de los valores normales. Este enfoque posibilitará la implementación de medidas efectivas para mantener la calidad del agua.
- Realizar campañas permanentes de sensibilización a la población respecto a los cuidados del agua.
- Detectar los lugares críticos y desarrollar las acciones correctivas que deben implementarse cuando el seguimiento indica que un punto específico excede el límite máximo permitido.
- Comprometer y proporcionar formación a los participantes institucionales responsables de la gestión de la calidad del agua potable, a través de la creación e



implementación de planes de control y supervisión del agua destinada al consumo humano.

- Optimizar el sistema de supervisión y evaluación de la calidad del agua en el Centro Poblado Cerro Lunar de Oro, con el objetivo de asegurar que el agua sea adecuada para el consumo humano.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, K. (2018). *Evaluación de parámetros de control obligatorio en sistemas de agua potable de la zona urbana y rural del distrito de San Juan – Cajamarca 2018* (Tesis de maestría). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.  
Recuperado de [URL]
- ANA (2019). \*Memoria Anual 2019\*. Recuperado de [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/file\\_content/Memoria%20Anual%202019\\_Final\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/file_content/Memoria%20Anual%202019_Final_0.pdf)
- Ávila, D., & Luis, P. (2019). *Evaluación de la calidad de las aguas superficiales del río Yamanigüey mediante el Índice de Calidad de Agua ICA-NSF* (Doctoral dissertation, Departamento de Geología).
- Brousett, M., Chambí, A., Mollocondo, M., Aguilar, L., & Lujano, E. (2018). Evaluación físico-química y microbiológica de agua para consumo humano Puno-Perú. Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia, 15(15), 47-68.
- Cava, T., & Ramos, F. (2016). *Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento (Tesis de grado)*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/850>
- Ccolque, D., & Incaluque, Y. (2019). *Evaluación de parámetros de control obligatorio*
- Castro, L., & Ramírez, E. (2021). Evaluación de la calidad del agua potable y su impacto en la salud infantil en comunidades rurales de Cusco, Perú. Revista Peruana de Salud Pública, 17(3), 301-312.
- Choque, M., & Huanca, L. (2023). Contaminación por coliformes fecales en agua potable de comunidades rurales en la provincia de San Antonio de Putina, Puno. Revista de Salud Ambiental, 19(1), 98-109.



*del agua potable proveniente del manantial Cuyuraya de la provincia de Huancané–  
Región Puno, 2019.*

Ccori, L., & Huayta, F. (2021). Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo humano en comunidades rurales del distrito de Ayaviri, Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(2), 95-104.

Delpla, I., Monteith, D., Freeman, C., Haftka, J., Hermens, J., Jones, T., Baurès, E., Jung, A., & Thomas, O. (2020). A worldwide perspective of drinking water quality and accessibility in low-and middle-income countries. *Science of The Total Environment*, 717, 137044.

Dirección General de Salud Ambiental-DIGESA. (2015). Resolución Directoral 160-2015-DIGESA: Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.

Edokpayi, J., Rogawski, E., Kahler, D., Hill, C., Reynolds, C., Nyathi, E., Smith, J., Odiyo, J., Samie, A., Bessong, P., & Dillingham, R. (2018). Challenges to sustainable safe drinking water: A case study of water quality and use across seasons in rural communities in Limpopo Province, South Africa. *Water*, 10(2), 159.

Environmental Protection Agency (EPA). (n.d.). Información sobre la protección de las fuentes de agua. Recuperado de <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-sobre-la-proteccion-de-las-fuentes-de-agua>.

Fernández, S., María, T. (2017) Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas, ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 51, no. 2, marzo-agosto, pp. 70-73. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, Ciudad de La Habana, Cuba.

Gámez, L. (2002). *Agua transparente deuda invisible*. En Octavo Informe del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica, Litografía e imprenta Lil, S.A., 40 p.



- Gammons, C., Slotton, D., Gerbrandt, B., Weight, W., Young, C., McNearny, R., Cámac, E., Calderón, R., & Tapia, H. (2006). Mercury concentrations of fish, river water, and sediment in the Río Ramis-Lake Titicaca watershed, Peru. *Science of the Total Environment*, 368(2-3), 637-648.
- García, R. (2018). *Parámetros de control obligatorio para determinar la calidad del agua de consumo humano en la ciudad de Iquitos, 2018*. Peru
- Gonzales, R. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para Consumo humano en el asentamiento humano Señor de los milagros, distrito de Yarinacocha- Región Ucayali- 2018 (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3845>.
- Guarnizo García, C. A., & Sunción Torres, J. L. (2022). Determinación de la calidad del agua para consumo humano del caserío Chilaco Pelados-Lancones, siguiendo con el DS N° 031-2010-SA.
- Hernández C. (2016). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón*, [Tesis de grado]Costa Rica, Universidad Nacional, 2016.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4, pp. 310-386). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Jackson, R., Carpenter, S., Dahm, C., McKnight, D., Naiman, R., Postel, S., & Running, S. (2001). Water in a changing world. *Ecological applications*, 11(4), 1027-1045.
- Loayza, R., & Cano, A. (2015). Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas – Huancayo – Junín. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 5(2), 181-193.
- Lopez, N. (2022). *Análisis de los parámetros de calidad del agua para el consumo humano en la ciudad de Talara según el reglamento de calidad respecto al DSN 031-2010-SA-MINSA*.
- Mamani, E., & Choi, Y. (2019). Impact of artisanal gold mining on water quality in the Ramis River basin, Peru. *Environmental Earth Sciences*, 78(15), 1-12.



- Mamani, R., & Flores, C. (2020). Evaluación de la calidad del agua potable y la presencia de metales pesados en comunidades rurales del lago Titicaca, Puno. *Revista de Investigación en Ciencias Ambientales*, 15(2), 211-223.
- Martínez, A., Rodríguez, P., & Sánchez, M. (2020). Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable en comunidades rurales de Colombia. *Revista Internacional de Salud Pública*, 6(4), 278-289.
- Marín, R. (n.d.). Características físicas, químicas y biológicas de las aguas. Escuela de Organización Industrial.  
<https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/componente48099.pdf>
- Mejía, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*. Tesis, 123 p
- Ministerio de Salud del Perú [MINSA]. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA. Lima: MINSA.
- Ministerio de Salud del Perú-MINSA. (2010). Decreto Supremo 031-2010-SA: Reglamento de la calidad del agua de consumo humano. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/273650/reglamento-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano.pdf>
- Ministerio de Salud del Perú-MINSA. (2018). Sala situacional para el análisis de situación de salud - SE 31-2019: Enfermedades diarreicas agudas. Recuperado de <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2019/SE31/edas.pdf>
- Monte, I. (2016). *Agua, pH y equilibrio químico: Entendiendo el efecto del dióxido de carbono en la acidificación de los océanos*. Perú
- Ocola, J. J. (2019). Protección del agua en el altiplano peruano: la experiencia del proyecto Puno-Cusco. *Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña*, 6, 69-80.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Guías para la calidad del agua potable. Suiza. Consultado 7 de setiembre 2019. Disponible en



[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf)  
398 p.

OMS. (2017). Enfermedades y riesgos asociados a las deficiencias en los servicios de agua y saneamiento. Obtenido de WHO: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases-risks/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/es/).

Orellana, J. (2005). Particularidades del Agua Potable. Ingeniería Sanitaria UTN-FRRO, Unidad temática No 3, recuperado de [https://www.firro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing\\_sanitaria/Ingenieria\\_Sanitaria\\_A4\\_Capitulo\\_03\\_Caracteristicas\\_del\\_Agua\\_Potable.pdf](https://www.firro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf).

Organización Mundial de la Salud. (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Pacaya, A., & Pascal, Z. (2022). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en 10 sistemas de abastecimiento de agua del distrito de Manantay*.

Palacios, R., & Velastegui, L. (2020). *Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la comunidad San Rafael, provincia de Pichincha* (Bachelor's thesis, Quito, 2020).

Palomino, M., Lozada, I., Pacheco, R., & Quispe, M. (2021). *Calidad del agua potable en zonas rurales de Perú*. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 38(1), 143-147.

Pisco Piña, H. (2023). *Relación entre la calidad del agua para consumo humano y el plan de actividades sanitarias a nivel domiciliario*. Sector Azungue, Moyobamba, 2021.

Pradillo, B. (2016). "Parámetros de control del agua potable". *Iagua.es, Revista digital*, recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>.



- Quispe, J., & López, F. (2022). Evaluación de la calidad del agua potable en zonas urbanas y rurales de Cajamarca, Perú. *Revista Andina de Ciencias Ambientales*, 10(3), 120-134.
- Ramírez, C. A. S. (2021). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la U. George Washington University.
- Ramos, A. (2016). *Evaluación microbiológica y físico-química de la calidad del agua para consumo humano de la junta administradora de agua potable Galten – Guilbut ubicada en el cantón Chambo* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4913/1/56T00622%20UDCTFC.pdf>
- Ríos, S., Agudelo, R., & Gutiérrez, L. (2019). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 37(1), 97-109.
- Rocha, E. (2010). *Parámetros y características de las aguas naturales*. In *Ingeniería de tratamiento y acondicionamiento de aguas* (p. 22). Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Saravia, M. (2019). “*Calidad de agua de un tramo de dos mil metros de la quebrada Maquíá - distrito de Contamana, provincia de Ucayali, departamento Loreto*” Tesis para optar título profesional de ingeniero ambiental. Universidad Nacional de Ucayali. p. 59.
- Silva, C. R. (2021). *Evaluación de los parámetros de control obligatorio en el sistema de abastecimiento de las aguas provenientes de la quesera, distrito de Celendín*.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2004). *Análisis de la calidad del agua potable en las empresas prestadoras del Perú: 1995-2003*. Recuperado de [https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/analisis\\_agua\\_potable.pdf](https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/analisis_agua_potable.pdf)
- Tacora, S. (2018). *Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno, 2018*



(Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión, Puno, Perú. Recuperado de [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1696/Shadit\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1696/Shadit_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Triveño, D. (2016). Influencia del agua del río Mariño en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016. Universidad tecnológica de Los Andes.

Villena, J. A. (2018). *Calidad del agua y desarrollo sostenible*. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 35, 304-308.

Wang, Y., Li, J., & Zhang, H. (2019). Emerging contaminants in drinking water: Occurrence and removal during water treatment. *Environmental Science & Technology*, 53(5), 2316-2328.

World Health Organization [WHO]. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum*. Geneva: World Health Organization.

Zegarra C, D. (2016). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del manantial Huañambra en José Gálvez-Celendín*. Tesis para optar título profesional de ingeniero ambiental. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú. p. 32.



## ANEXOS

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LOCALIDAD CERRO LUNAR DE ORO – ANANEA – SAN ANTONIO DE PUTINA – PUNO.					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuál es el estado de los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro, distrito de Ananea, San Antonio de Putina, Puno?	Evaluar los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro, distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, departamento de Puno	Los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro, distrito de Ananea, no cumplen las especificaciones establecidas, significando un riesgo para la salud pública.	Parámetros de control obligatorio del agua	<ol style="list-style-type: none"> <li>Parámetros físicos.</li> <li>Parámetros químicos.</li> <li>Parámetros Micro - biológicos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Color</li> <li>Turbiedad</li> <li>Cloro residual</li> <li>pH</li> <li>Coliformes totales</li> <li>Coliformes termotolerantes</li> </ol>
<p>¿Cuáles son los parámetros del agua establecidos por el Ministerio de Salud para el consumo humano en diferentes puntos de la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea?</p> <p>¿En qué medida los parámetros del agua de la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea difieren con los establecidos por el Ministerio de Salud para el consumo humano?</p> <p>¿Cuáles son los puntos o zonas más críticos de agua para el consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea?</p>	<p>Analizar los parámetros del agua establecidos por el Ministerio de Salud para el consumo humano en diferentes puntos de la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea.</p> <p>Comparar los parámetros del agua de la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea con los establecidos por el Ministerio de Salud para el consumo humano.</p> <p>Identificar los puntos o zonas más críticos de agua para el consumo humano en la localidad de Cerro Lunar de Oro del distrito de Ananea.</p>	<p>Los niveles de los parámetros del agua para consumo humano en diferentes puntos de la localidad de Cerro Lunar de Oro superan los límites establecidos por el Ministerio de Salud en al menos el 50% de los puntos de muestreo.</p> <p>Los parámetros del agua en la localidad de Cerro Lunar de Oro presentan diferencias significativas en comparación con los parámetros establecidos por el Ministerio de Salud.</p> <p>Existen puntos críticos en la localidad de Cerro Lunar de Oro donde la calidad del agua para consumo humano es considera-blemente inferior, superando los LMP en al menos tres parámetros establecidos por el MINSA.</p>	<p>Calidad del agua para consumo humano</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de estándares</li> <li>Nivel de calidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>% de muestras que cumplen con todos los parámetros.</li> <li>Clasificación de la calidad del agua según el grado de cumplimiento.</li> </ol>
				<p><b>TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Visita de campo.</li> <li>Identificar los puntos de muestreo.</li> <li>Toma de muestras.</li> <li>Análisis de los parámetros del agua para consumo humano.</li> <li>Comparación de los resultados con los parámetros establecidos por el MINSA para agua potable.</li> </ol>	<p><b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Método: Medición y observación.</li> <li>Tipo: Aplicada.</li> <li>Enfoque: Mixto (cualitativo – cuantitativo).</li> <li>Nivel: Descriptivo.</li> <li>Diseño: no Experimental.</li> <li>Formato de redacción: APA 7ª edición.</li> </ol>







## CERTIFICADOS DE LABORATORIO



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



FIQ Nro **LQ-2023**

Nº 002175

# Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico Y Microbiológico de AGUAS: MANANTIAL- 02  
**PROCEDENCIA** : LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**INTERESADO** : YORELA HISOLINA HIRPANOCA CABRERA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 12/04/2023, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 12/04/2023  
**COD. MUESTRA** : B009-000455

### CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

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

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

**pH** : 3.04  
**Temperatura** : 13.70 °C  
**Conductividad Eléctrica** : 777.00 µS/cm

### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

**Dureza Total como CaCO<sub>3</sub>** : 271.56 mg/L  
**Alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>** : 11.82 mg/L  
**Cloruros como Cl<sup>-</sup>** : 23.99 mg/L  
**Sulfatos como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : 148.00 mg/L  
**Sólidos Totales Disueltos** : 388.00 mg/L  
**Calcio como Ca<sup>++</sup>** : 76.99 mg/L  
**Cloro residual libre** : 0.00 mg/L  
**Magnesio como Mg<sup>++</sup>** : 19.22 mg/L  
**Porcentaje de salinidad** : 0.40 %  
**Turbidez** : 0.60 NTU

### CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

**Coliformes totales** : 23 UFC/100ml  
**Coliformes termotolerantes** : 0 UFC/100ml  
**E. Coli** : 0 UFC/100ml

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA. Exceptuando el pH ya que presenta un valor muy bajo se le sugiere tratar con cal para estabilizar el pH

Puno, C.U. 23 de abril del 2023.

VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
 ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
 FIQ - UNA - CIP - 162393



DECANO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
 PUNO - PERÚ



FIQ Nro **LQ-2023**

Nº 002174

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico Y Microbiológico de AGUAS: RESERVORIO- 03  
**PROCEDENCIA** : LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**INTERESADO** : YORELA HISOLINA HIRPANOCA CABRERA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 12/04/2023, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 12/04/2023  
**COD. MUESTRA** : B009-000455

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

**pH** : 4.77  
**Temperatura** : 13.70 °C  
**Conductividad Eléctrica** : 29.70  $\mu$ S/cm

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

**Dureza Total como CaCO<sub>3</sub>** : 261.32 mg/L  
**Alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>** : 19.29 mg/L  
**Cloruros como Cl<sup>-</sup>** : 37.99 mg/L  
**Sulfatos como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : 3.30 mg/L  
**Sólidos Totales Disueltos** : 14.80 mg/L  
**Calcio como Ca<sup>++</sup>** : 3.73 mg/L  
**Cloro residual libre** : 0.00 mg/L  
**Magnesio como Mg<sup>++</sup>** : 62.61 mg/L  
**Porcentaje de salinidad** : 0.00 %  
**Turbidez** : 0.68 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

**Coliformes totales** : 23 UFC/100ml  
**Coliformes termotolerantes** : 0 UFC/100ml  
**E. Coli** : 0 UFC/100ml

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA. Exceptuando el pH ya que presenta un valor muy bajo se le sugiere tratar con cal para estabilizar el pH

Puno, C.U. 23 de abril del 2023.

VºBº

*LSP*

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 182303



*Walther B. Arce Aragon*  
DECANO - FIQ SUNA



FIQ Nro

1153-01153

Nº 002176

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico Y Microbiológico de AGUAS: RESERVORIO- 01  
**PROCEDENCIA** : LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**INTERESADO** : YORELA HISOLINA HIRPANOCA CABRERA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 12/04/2023, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 12/04/2023  
**COD. MUESTRA** : B009-000455

### CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

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

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

**pH** : 3.54  
**Temperatura** : 13.70 °C  
**Conductividad Eléctrica** : 83.90  $\mu$ S/cm

### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

**Dureza Total como CaCO<sub>3</sub>** : 53.44 mg/L  
**Alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>** : 8.66 mg/L  
**Cloruros como Cl<sup>-</sup>** : 23.99 mg/L  
**Sulfatos como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : 12.26 mg/L  
**Sólidos Totales Disueltos** : 41.80 mg/L  
**Calcio como Ca<sup>++</sup>** : 8.99 mg/L  
**Cloro residual libre** : 0.00 mg/L  
**Magnesio como Mg<sup>++</sup>** : 7.27 mg/L  
**Porcentaje de salinidad** : 0.00 %  
**Turbidez** : 0.37 NTU

### CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

**Coliformes totales** : 0 UFC/100ml  
**Coliformes termotolerantes** : 0 UFC/100ml  
**E. Coli** : 0 UFC/100ml

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA. Exceptuando el pH ya que presenta un valor muy bajo se le sugiere tratar con cal para estabilizar el pH

Puno, C.U. 23 de abril del 2023.

VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 102393



Walther B. Apurto Aragón Ph.D.  
DECANO - FIQ - LUNA



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



FIQ Nro

Nº 002252

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico Y Microbiológico de AGUAS: MANANTIAL- 02  
**PROCEDENCIA** : LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**INTERESADO** : YORELA HISOLINA HIRPANOCA CABRERA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 24/07/2023, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 24/07/2023  
**COD. MUESTRA** : B009-000419

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

**pH** : 3.59  
**Temperatura** : 13.70 °C

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

**Cloro residual libre** : 0.00 mg/L  
**Turbidez** : 0.28 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

**Coliformes totales** : 23 UFC/100ml  
**Coliformes termotolerantes** : 0 UFC/100ml  
**E. Coli** : 0 UFC/100ml

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA. Exceptuando el pH ya que presenta un valor muy bajo se le sugiere tratar con cal para estabilizar el pH

Puno, C.U. 22 de agosto del 2023

V°B°

*LSP*

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIQ - 192793



*Walther B. Aguilar Aragón, Ph.D.*  
DECANO - FIQ - UNA



FIQ Nro

Nº 002251

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico Y Microbiológico de AGUAS: RESERVORIO- 03  
**PROCEDENCIA** : LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**INTERESADO** : YORELA HISOLINA HIRPANOCA CABRERA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 24/07/2023, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 24/07/2023  
**COD. MUESTRA** : B009-000419

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

**pH** : 5.75  
**Temperatura** : 13.70 °C

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

**Cloro residual libre** : 0.00 mg/L  
**Turbidez** : 1.07 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

**Coliformes totales** : 23 UFC/100ml  
**Coliformes termotolerantes** : 0 UFC/100ml  
**E. Coli** : 0 UFC/100ml

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA. Exceptuando el pH ya que presenta un valor muy bajo se le sugiere tratar con cal para estabilizar el pH

Puno, C.U. 22 de agosto del 2023.

VºBº

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



  
 Walther B. Aragón, Ph.D.  
 DECANO - FIQ - UNAP



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



FIQ Nro

Nº 002254

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico Y Microbiológico de AGUAS: RESERVORIO- 01  
**PROCEDENCIA** : LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA LOCALIDAD DEL CERRO LUNAR DE ORO- ANANEA-SAN ANTONIO DE PUTINA -PUNO  
**INTERESADO** : YORELA HISOLINA HIRPANOCA CABRERA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 24/07/2023, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 24/07/2023  
**COD. MUESTRA** : B009-000419

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

**pH** : 4.68  
**Temperatura** : 13.70 °C

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

**Cloro residual libre** : 0.00 mg/L  
**Turbidez** : 0.00 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

**Coliformes totales** : 0 UFC/100ml  
**Coliformes termotolerantes** : 0 UFC/100ml  
**E. Coli** : 0 UFC/100ml

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA. Exceptuando el pH ya que presenta un valor muy bajo se le sugiere tratar con cal para estabilizar el pH

Puno, C.U. 22 de agosto del 2023

VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 192293



Walther A. Aragón Ph.D.  
DECANO - FIQ - UNA

## PANEL FOTOGRÁFICO

### TOMA DE MUESTRAS PARA EL ANALISIS DE AGUA



#### Descripción

En la fotografía se observa la toma de muestra en el punto de distribución del SISTEMA DE ABASTECIMIENTO ALTO MIRADOR



#### Descripción

En la fotografía se observa la toma de muestra en el punto de distribución del SISTEMA DE ABASTECIMIENTO INDEPENDENCIA



#### Descripción

En la fotografía se observa la toma de muestra en el SISTEMA DE ABASTECIMIENTO CALLE PIZACOMA

## CONFORMACION DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO



### Descripción

Zona de captación, protegido y cubierto con rocas estas características coinciden en los 3 sistemas de abastecimiento de agua.



### Descripción

Línea de conducción, estas características coinciden en los 3 sistemas de abastecimiento de agua.



### Descripción

Línea de distribución directa, estas características coinciden en los 3 sistemas de abastecimiento de agua.



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo YOPELA RISOLINA HIRPANDCA CABREPA,  
identificado con DNI 48677354 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL  
CONSUMO HUMANO EN LOCALIDAD CERRO LUNAR DE ORB - ANANEA - SAN  
ANTONIO DE PUTINA - PUNO. ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 09 de Setiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo YORELA HISOLINA HIRPANOCA CABRERA,  
identificado con DNI 48672754 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LOCALIDAD CERRO LUNAR DE ORO - ANANEA - SAN ANTONIO DE PUTINA - PUNO ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 09 de Setiembre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella