

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA DE POZOS**

**PARA CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO DE YAPURA -**

**CAPACHICA, 2023**

**PRESENTADA POR:**

**GLADYS LIZBETH ARPASI CURASI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO - PERÚ**

**2024**



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



6.56%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 30 SEP 2024, 11:03 AM

### Similarity report

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

● IDENTICAL  
0.59%

● CHANGED TEXT  
5.97%

## Report #23042057

GLADYS LIZBETH ARPASI CURASI // NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO DE YAPURA - CAPACHICA, 2023 RESUMEN La investigación planteó como objetivo general de determinar el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023, siendo una investigación de tipo analítico, diseño no experimental, enfoque cuantitativo y método hipotético deductivo, se enfocó en analizar el nivel de concentración del arsénico (As), se obtuvieron 7 muestras en 3 puntos de monitoreo que fueron llevados a un laboratorio para determinar el nivel de concentración de arsénico (As) los cuales fueron analizados de acuerdo al DS N<sup>a</sup> 031-2010-SA. 25 Reglamento de calidad de agua para consumo humano. Los datos obtenidos fueron analizados en el programa de Excel 365 analizando la comparación con los límites máximos permisibles, midiendo en efecto de la concentración del arsénico (As) con las propiedades físico químicas del agua. En los resultados se evidenció concentraciones de Arsénico (As) desde 0.0051 mg/L hasta un valor máximo de 0.0081 mg/L, los cuales se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano. Además, La concentración de Arsénico (As) tiene un efecto muy bajo en la variación de las propiedades biológicas del agua de pozos para consumo humano, donde se obtuvo un coeficiente de

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

**NIVEL DE CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA DE POZOS  
PARA CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO DE YAPURA -  
CAPACHICA, 2023**

**PRESENTADA POR:**

**GLADYS LIZBETH ARPASI CURASI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:   
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

PRIMER MIEMBRO

:   
M.Sc. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

:   
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

:   
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 03 de octubre del 2024

## DEDICATORIA

A Dios que ha sido mi guía, fuerza y su mano de fidelidad y amor ha estado conmigo para cumplir mis metas y objetivos educativos, que con su bendición llena constantemente mi existencia, y a todo mi círculo familiar por estar siempre presentes, a mi madre Olga Glorinda Curasi Mamani porque siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, y a mi hermana Danitza por sus palabras de aliento.

*Gladys Lizbeth Arpasi Curasi*

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios por guiar mi camino por la buena salud, amor, bendiciones, y por mi familia. Así mismo agradezco cordialmente a mi alma mater Universidad Privada San Carlos de Puno, por brindarme la oportunidad de incorporarme a esta institución como estudiante. A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Facultad de Ingeniería, por infundirse con ahínco valores profesionales, conocimientos, y experiencias, y así cumplir con mis metas y objetivos académicos.
- A mi asesora Mg. Elvira Anani Durand Goyzueta, por su tiempo, experiencia y orientación durante la ejecución de la investigación. De la misma forma agradecer a los ilustres jurados, por sus sugerencias, aportes e ideas constructivas que me permitieron culminar con éxito la presente investigación.

*Gladys Lizbeth Arpasi Curasi*

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
INDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	8
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

### CAPÍTULO I

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

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.1.1. Problema general	14
1.1.2. Problemas específicos	14
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>15</b>
1.2.1. Antecedentes internacionales	15
1.2.2. Antecedentes nacionales	16
1.2.3. Antecedentes locales	17
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivos específicos	19

### CAPÍTULO II

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

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>20</b>
2.1.1. Agua	20

2.1.2. Propiedades físicas del agua	20
2.1.3. Calidad de agua para consumo humano	22
2.1.4. Contaminación del agua	23
2.1.5. Arsénico (As)	24
2.1.6. Fuentes naturales del Arsénico (As)	24
2.1.7. Riesgos en la salud humana por consumo de Arsénico (As)	24
2.1.8. Límites máximo permisibles	25
2.1.9. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano	25
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>27</b>
<b>2.3. MARCO LEGAL</b>	<b>28</b>
2.3.1. Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente	28
2.3.2. Ley N° 29338 - Ley de recursos hídricos	30
2.3.3. Ley N° 17752 Ley general de aguas	31
2.3.4. DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano	32
<b>2.4. HIPÓTESIS</b>	<b>33</b>
2.4.1. Hipótesis general	33
2.4.2. Hipótesis específicas	33
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>34</b>
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>35</b>
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>35</b>
3.3.1. Tipo de Investigación	35
3.3.2. Diseño de Investigación	35
3.3.3. Método de Investigación	36
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>36</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>37</b>

3.5.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.5.2. Técnicas de análisis de datos	38

## **CAPÍTULO IV**

### **EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

<b>4.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO DE YAPURA - CAPACHICA, 2023</b>	<b>40</b>
4.1.1 Efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023	43
4.1.2. Comparación del nivel de concentración de Arsénico (As) con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.	52
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo	35
<b>Tabla 02:</b> Evaluación de parámetros químicos y biológicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023	40
<b>Tabla 03:</b> Evaluación de parámetros físicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023	42
<b>Tabla 04:</b> Concentración de Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023	43
<b>Tabla 05:</b> Datos descriptivos de concentración de Arsénico (As) y las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023	45
<b>Tabla 06:</b> Efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de coliformes termotolerantes o fecales	46
<b>Tabla 07:</b> Efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de la presencia de Escherichia coli (NMP)	48
<b>Tabla 08:</b> Efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	49
<b>Tabla 09:</b> Resumen del efecto del arsénico en las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01:</b> Puntos de monitoreo de pozos(PM)	34
<b>Figura 02:</b> Efecto de regresión de la coliformes termotolerantes y fecales por Arsénico	47
<b>Figura 03:</b> Efecto de regresión de la prescencia de Escherichia coli (NMP) por Arsénico	48
<b>Figura 04:</b> Efecto de regresión de la demanda bioquímica de oxígeno por Arsénico	50
<b>Figura 05:</b> Comparación de concentración de Arsénico (As) con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.	53
<b>Figura 06:</b> Análisis comparativo de la concentración de Arsénico (As) con otros centros poblados de Capachica basado en el Límite Máximo Permisible (LMP)	55
<b>Figura 07:</b> Se realizó un acta junto con la junta administrativa de agua potable (JASS) para que tenga conocimiento.	79
<b>Figura 08:</b> Recolección del agua del pozo subterráneo para realizar la muestra	80
<b>Figura 09:</b> Análisis in situ de la muestra del agua del pozo con el multiparamétrico	80
<b>Figura 10:</b> Análisis de agua in situ con el medidor multiparámetro	81
<b>Figura 11:</b> Recolección de muestra de agua para enviar al laboratorio	81
<b>Figura 12:</b> Esperando para hacer la recolección de muestra de agua para el envío al laboratorio	82
<b>Figura 13:</b> Cerrando el envase recolectado de agua para hacer el envío al laboratorio	82
<b>Figura 14:</b> Muestra recogida y envío a laboratorio	83
<b>Figura 15:</b> Recolectando el agua para el análisis en laboratorio	83

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	64
<b>Anexo 02:</b> Reporte del nivel de concentración de arsénico de Laboratorio	65
<b>Anexo 03:</b> Límites máximos permisibles (LMP) del reglamento de calidad de agua para consumo humano}	77
<b>Anexo 04:</b> Evidencias fotográficas	79

## RESUMEN

La investigación planteó como objetivo general de determinar el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023, siendo una investigación de tipo analítico, diseño no experimental, enfoque cuantitativo y método hipotético deductivo, se enfocó en analizar el nivel de concentración del arsénico (As), se obtuvieron 7 muestras en 3 puntos de monitoreo que fueron llevados a un laboratorio para determinar el nivel de concentración de arsénico (As) los cuales fueron analizados de acuerdo al DS N<sup>o</sup> 031-2010-SA. Reglamento de calidad de agua para consumo humano. Los datos obtenidos fueron analizados en el programa de Excel 365 analizando la comparación con los límites máximos permisibles, midiendo en efecto de la concentración del arsénico (As) con las propiedades físico químicas del agua. En los resultados se evidenció concentraciones de Arsénico (As) desde 0.0051 mg/L hasta un valor máximo de 0.0081 mg/L, los cuales se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano. Además, La concentración de Arsénico (As) tiene un efecto muy bajo en la variación de las propiedades biológicas del agua de pozos para consumo humano, donde se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.5 de coeficiente entre las dos variables y un coeficiente de determinación ajustada de 0.2, en el ámbito de las propiedades químicas el efecto es nulo en las aguas de pozo del centro poblado de Yapura. Concluyendo que el nivel de contaminación por Arsénico (As) es mínimo en agua de pozos para consumo humano, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles del agua en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

**Palabras Clave:** Agua, Arsénico, Consumo humano, Contaminación.

## ABSTRACT

The general objective of the research was to determine the level of arsenic (As) contamination in well water for human consumption in the town of Yapura - Capachica, 2023, being an analytical research, non-experimental design, quantitative approach and hypothetical deductive method, It focused on analyzing the concentration level of arsenic (As), 7 samples were obtained in 3 monitoring points that were taken to a laboratory to determine the concentration level of arsenic (As) which were analyzed according to the DS N° 031-2010-SA. Regulation of water quality for human consumption. The data obtained were analyzed in the Excel 365 program, analyzing the comparison with the maximum permissible limits, measuring the effect of the concentration of arsenic (As) with the physical and chemical properties of the water. The results showed arsenic (As) concentrations ranging from 0.0051 mg/L to a maximum value of 0.0081 mg/L, which are below the maximum permissible limits for well water for human consumption. In addition, the concentration of arsenic (As) has a very low effect on the variation of the biological properties of well water for human consumption, where a correlation coefficient of 0.5 coefficient was obtained between the two variables and an adjusted determination coefficient of 0.2, in the area of chemical properties the effect is null in the well water of the town of Yapura. In conclusion, the level of contamination by arsenic (As) is minimal in well water for human consumption, and is below the maximum permissible limits for water in the town of Yapura - Capachica, 2023.

**Keywords:** Water, Arsenic, Human consumption, Contamination.

## INTRODUCCIÓN

En la sierra sur peruana, se encuentra la localidad de Yapura, ubicada en el distrito de Capachica. Sus habitantes dependen en gran medida del agua extraída de pozos para satisfacer sus necesidades diarias. Sin embargo, debajo de este recurso aparentemente vital se esconde una amenaza oculta: la contaminación por arsénico, con valores que superan los límites permisibles determinados por el Ministerio de Salud (MINSa, 2022). Yapura - Capachica es un pequeño centro poblado donde la agricultura y las crías de animales locales impulsan predominantemente la economía. Con un acceso limitado a instalaciones de tratamiento de agua centralizadas, muchos residentes dependen del agua de pozo para su consumo diario y sus prácticas agrícolas. Desafortunadamente, la geología de la región, caracterizada por formaciones rocosas volcánicas y depósitos sedimentarios, puede contribuir a la lixiviación natural de arsénico en los suministros de agua subterránea.

La tesis titulada “Nivel de Contaminación por Arsénico (As) en Agua de Pozos para Consumo Humano en el Centro Poblado de Yapura - Capachica, 2023” se adentra en este problema crítico. A través de rigurosos análisis y muestreos, la investigación ha evaluado la presencia y concentración de arsénico en el agua de los pozos locales. Cabe recalcar que la contaminación por arsénico (As) en el agua potable es un problema de salud pública apremiante a nivel mundial, en particular en regiones donde predominan las fuentes de agua subterránea y de pozo. Los efectos tóxicos del arsénico están bien documentados y la exposición crónica está vinculada a una multitud de problemas de salud, incluidas diversas formas de cáncer, enfermedades cardiovasculares y efectos perjudiciales para la salud reproductiva. Estos riesgos para la salud subrayan la importancia de evaluar y monitorear la calidad del agua, en particular en comunidades marginales que pueden depender de fuentes de agua no tratada para sus necesidades diarias.

En un mundo donde el acceso al agua potable es esencial, esta investigación nos recuerda la urgencia de abordar la contaminación por arsénico y garantizar que todos tengan derecho a un recurso vital sin riesgos ocultos. Es por lo cual la investigación enfocada en el paradigma cuantitativo presenta bajo la estructura siguiente:

Capítulo I: Planteamiento del problema, antecedentes y objetivos de la investigación

Capítulo II: Marco teórico, conceptual e hipótesis de la investigación

Capítulo III: Metodología de investigación, zona de estudio, tipo de estudio, diseño, método, población y muestra, técnicas de recolección y análisis de datos.

Capítulo IV: Exposición y resultados de la investigación.

## CAPÍTULO I

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

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación del agua es un proceso que día a día se complica de acuerdo con las industrias que se desarrollan en la corteza terrestre muchas de ellas son industrias extractivas que afectan al recurso hídrico y tienen efectos adversos en todo ser vivo que lo consume. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el agua contaminada como aquella que sufre cambios en su composición hasta quedar inservible. Es decir, es agua tóxica que no se puede ni beber ni destinar a actividades esenciales como la agricultura, además de una fuente de insalubridad que provoca más de 500.000 muertes anuales a nivel global por diarrea y transmite enfermedades como el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis (Iberdrola, 2019).

A nivel nacional se evidencia que distintas zonas del territorio nacional se enfrentan a una serie de retos en materia de salud pública producto de una exposición en particular hacia distintos contaminantes que están expuestos a cantidades de plomo como consecuencia de la actividad metalúrgica de la región, se enfrentan a diversos problemas de salud pública. Según Fano (2021) Durante los meses de febrero y marzo del 2021, los pobladores Cerro de Pasco se manifestó frente al Ministerio de Salud en Lima, exigiendo atención médica debido a la prevalencia de leucemia infantil en la zona, supuestamente consecuencia de la contaminación por metales pesados causada por la minería.

A nivel regional, Puno se ha visto afectado por la contaminación minera, que ha causado diversos perjuicios. Se ha constatado la contaminación de ríos en Puno, sobre todo en la

cuenca del Jatun Ayllu (Ocuvi- Lampa) y Llallimayo (Melgar), según confirmó el OEFA, que también señaló como responsable de la contaminación a la corporación minera Arasi. La fuente de contaminación se descubre en la confluencia de un río con alta concentración de metales pesados denominado Azufrini y un afluente de aguas limpias denominado Pataquea, ambos situados en el caserío Chacapalca (Editor Gc, 2018).

A nivel del distrito de Capachica tiene una población muy dedicada al Sector agrícola y agropecuario, el suministro de agua para sus actividades de producción y consumo en la mayoría de la población para consumo humano es por bombeo de subsuelo sin ningún tipo de tratamiento, en las zonas rurales del distrito de Capachica, donde la población rural carece de agua potable, la necesidad les obliga a utilizar el agua de pozo, para la agricultura, ganadería, todo tipo de actividades productivas, uso doméstico y consumo humano.

El centro poblado de Yapura es una zona agropecuaria y ganadera, sin el servicio de agua potable y por necesidad se consumir el recurso hídrico de los pozos, donde el arsénico puede causar cáncer de pulmón, piel e incluso otros tipos de cáncer ya que puede contener metales pesados o otros contaminantes, las cuales no son necesarias para el consumo humano directo, ha sido considerado para poder evaluar los parámetros físicos y químicos , lo que nos permitirá saber si es segura para el consumo humano, pueden ser peligrosos para la salud de los pobladores del centro poblado de Yapura del distrito de Capachica.

#### **1.1.1. Problema general**

¿Cuál es el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023?

#### **1.1.2. Problemas específicos**

¿Cuáles son los parámetros químicos y biológicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023?

¿De qué manera la concentración de Arsénico (As) afecta en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023?

¿Cuál es el nivel de concentración de Arsénico (As) comparados con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023?

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. Antecedentes internacionales**

Stynze (2021), en su estudio “evaluó la contaminación por arsénico y plaguicidas en las aguas subterráneas de las comunidades de Tecuanamey El Papalonal ubicadas en el municipio de La Paz Centro departamento de León-2016” estudio realizado desde la metodología analítico, descriptivo, donde se evaluó 20 pozos de agua natural el cual fue ejecutado a través de la toma de agua natural (PROC-CM-02) del laboratorio de Contaminantes Metálicos, llegando a resultados siguientes: que se logró determinar que la concentración de arsénico en su totalidad de los 20 pozos ninguno demostró tener resultados positivos respecto al valor o estándar permitido para el consumo humano que es  $\mu\text{g. l}^{-1}$ . Concluyendo que el nivel de arsénico es inferior a los valores permitidos.

Pauta-Calle, et al. (2021) en su artículo de investigación “identificó el contenido de arsénico en ríos, páramos y pozos de la ciudad de Cuenca – Ecuador”, estudio realizado desde la metodología analítico, descriptivo donde se evaluó pozos de consumo humanos, páramos y ríos utilizados para cultivos, entre los indicadores evaluados son calidad fisicoquímica como pH, color, turbidez y conductividad, arribando a resultados de que los páramos y pozos no se encontró ninguna concentración de arsénico, por lo que son libres de este elemento tóxico, a diferencia de los ríos o aguas superficiales como son el causal donde se encontró concentración alto de Arsénico, estadísticamente se encontró relación entre la concentración As y pH del agua del río, concluyendo que los pozos y páramos son libres de metales pesados como el Arsénico (As), mientras en río se encontró niveles

de As superior al parámetro establecido de Ecuador, el cual generalmente es por el uso de pesticidas en los cultivos.

Altamirano y Delgado (2020) realizó un estudio donde “determinó la concentración de arsénico total en agua de 30 pozos excavados, tres pozos perforados y un manantial” estudio elaborado desde la metodología de tipo analítico, observacional y pre experimental, llegando a resultados de que existe la concentración de arsénico en el manantial aguas calientes que se encontraron de  $2 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  hasta  $103 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ , asimismo respecto al consumo de agua humano se encontró que el 70% de muestras presentan concentración de arsénico que supera los límites establecidos de  $10 \mu\text{g}\cdot\text{As}^{-1}$ , por lo que se procedió a informar sobre este problema a la población residente dado que se encuentra expuestos a consumir agua contaminada con arsénico, llegando a concluir que se determinó que la concentración de arsénico en las muestras estudiados se encuentran superior a los estándares permitidos.

### **1.2.2. Antecedentes nacionales**

Márquez (2022), en su estudio “determinó las concentraciones de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Végueta, en la provincia de Huaura - Lima” estudio desarrollado bajo la metodología de tipo no experimental, transeccional descriptivo-explicativo, donde se evaluó a 21 pozos y se aplicaron entrevistas a la población usuaria de los pozos, arribando a resultados de que el nivel de arsénico encontrado en los pozos superior a los límites permitidos como lo establece el reglamento, no obstante, respecto al pH, dureza total y amoniaco se encontraron en el rango establecido, respecto a la conductividad eléctrica se determinó un valor debajo del reglamento, concluyendo que los pozos evaluados contienen arsénicos que superan los estándares permitidos, asimismo se encontró que el 61% de la población consume estas aguas demostrando el peligro y daños que ocasiona a su salud.

Bellido (2021) en su estudio “evaluó el agua subterránea del sector de Remanso de Characato, Arequipa y la factibilidad de uso del agua para consumo humano” estudio desarrollado desde la metodología descriptivo, analítico donde analizó pozos y

manantiales aplicando método USEPA, llegando a resultados siguientes de los pozos evaluados se identificó indicadores de sulfatos, dureza y sólidos totales con valores superior al ECA para el agua, respecto a indicadores como la concentración de arsénico se encontró un valor superior al ECA con referencia a los niveles de riesgo se encuentran entre los rangos de medio ( $1 \leq X < 4$ ) y alto ( $X \geq 4$ ), siendo los más vulnerables los niños que viven en los sectores, finalmente se estimó un caudal de 44.4 L/min, que permite dar un servicios continuo de agua potable previa desinfección con cloro, para la población establecida en la zona de Remanso.

Villa – Gonzales, et al. (2018), en su investigación “evaluó los filtros domiciliarios para remover arsénico presente en agua proveniente del río Sama” estudio elaborado desde la metodología de tipo analítico, pre - experimental, donde la población estuvo conformado por 18 puntos de uso de agua, donde se empleó tiras reactivas y la espectrometría de absorción atómica, llegando a resultados de que el estudio duró 12 semanas de las cuales 8 semanas de evidenció reducción ligera de la concentración de arsénico de 0,005 y 0,025 mg/L, y los 4 semanas posteriores se localizó entre 0,001 y 0,052 mg/L, a partir de una concentración promedio de 0,51 mg/L. concluyendo que, se evidencio que el sistema de filtración tuvo resultados positivos para la remoción de arsénico a condiciones naturales.

### **1.2.3. Antecedentes locales**

Torres (2022) realizó una investigación donde “evaluó el grado de contaminación por Arsénico (As) en agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022”, estudio realizado desde la metodología de tipo descriptivo y el método aplicado para la determinación de concentración de Arsénico (As) fue espectrofotometría de Plasma de Emisión Óptica (ICP) - OES y para la Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ ) se utilizó el método de (SMEWW - APHA - AWWA -WEF Prt.2340 b, 22nd Ed. Hardness by calculation), arribando a resultados de que de las muestras realizados estadísticamente se encontró relación determinando una concentración de As menor  $< 0.0039$  mg/L lo cual representa el 39% de As donde no

supera LMP establecido por el (Decreto Supremo N° 031-2010-SA). Concluyendo que el agua de pozos tratados demostró tener resultados aptos para consumo humano.

Percca (2021) en su estudio “evaluó el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el anexo Collana II, según los Límites Máximos Permisibles (LMP)”, estudio de tipo descriptivo no experimental, donde se evaluó las concentraciones de As de acuerdo a la Norma Técnica Resolución Directoral 160-2015-DIGESA/SA, arribando a resultados siguientes: identificando que el As posee aproximación con las particularidades de cada pozo como es en Viscachani I, de logro determinar que existe concentraciones de 0.0232 mg/l de As ubicándose en nivel alto, asimismo sucede respecto a la dureza total (CaCo<sub>3</sub>) con un valor de 2719 mg/l, además con relación a la conductividad eléctrica posee un valor de 7700  $\mu$ S/cm, información que permitió analizar mediante la estadística que determina una correlaciona directa.

Huillca y Apaza (2019) realizó un estudio donde “evaluó la concentración de arsénico en las aguas de consumo humano de origen subterráneo en la asociación de viviendas Nueva Jerusalén” estudio de tipo no experimental, transversal descriptivo, donde se analizó 93 pozos subterráneos donde se evaluó de acuerdo al D. S. N° 031-2010 S.A, arribando a resultado de que cada pozo subterráneo demuestra resultados distintos debido a su localización geológicas las cuales producen lixiviaciones naturales considerando que Juliaca es una ciudad situado en rocas volcánicas que contienen arsénico, no obstante la evaluación demostró que la cantidad de arsénico no supera lo establecidos D. S. N° 031-2010 S.A, sin embargo, se encontró en dos pozos que la cantidad de arsénico superó lo establecido en la normativa. Concluyendo que estadísticamente se determinó la presencia de arsénico igual o mayor a los LMP.

Mamani (2019), realizó un estudio donde “determinó la contaminación de aguas subterráneas por arsénico (As) en el caso del distrito de Juliaca - Perú” estudio desarrollado bajo la metodología de tipo analítico, pre experimental, donde se realizó muestras a 20 pozos tubulares, llegando a resultados de que mediante las muestras obtenidas concentración de arsénico en un 73,5  $\mu$ g·l<sup>-1</sup>, superando los estándares

establecido de  $10 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ , determinado por la Organización Mundial de Salud, asimismo se determinó parámetros medios fisicoquímicos como pH de 7,595 CE de  $1238.539 \mu\text{S cm}^{-1}$  y concentración media de turbiedad  $5250 \text{ NTU CaCO}_3$   $454.692 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$   $115.659 \text{ mg L}^{-1}$ . Estos valores se localizan en los valores determinados a nivel nacional e internacional, no obstante, la ingesta diaria de estas aguas en la ciudad de Juliaca puede ser la principal exposición de As, conllevando a daños graves en la salud de las personas que los consumen.

### **1.3. OBJETIVOS**

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

Determinar el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Analizar los parámetros químicos y biológicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

Determinar el efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

Comparar el nivel de concentración de Arsénico (As) con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. Agua

Hablar de la categoría agua es referirse de manera singular a un recurso híbrido fundamental para la vida de las personas, no obstante detrás de esa singularidad existe multiplicidad de formas y estados, considerando que el agua es un alimento clave, considerado como alimento, como el vehículo que permite el transporte, transformación, preparación y producción de alimentos. Tal como, Díaz (2021), refiere que el agua es “una sustancia líquida desprovista de olor, sabor y color, que existe en estado puro en la naturaleza y cubre un porcentaje importante de la superficie de la Tierra con 71%, asimismo es una sustancia que se localiza en el Sistema Solar y el universo, ya sea en forma de vapor (su forma gaseosa) o de hielo (su forma sólida)”.

Según Camargo y Camacho (2019), refiere que el agua es un elemento base para la vida de todos los seres vivos, debido que la supervivencia depende mucho del agua, sustentando que sin agua no existe vida, por tanto, el agua es un recurso híbrido base denominado como fuente de vida y bienestar.

##### 2.1.2. Propiedades físicas del agua

- **Temperatura**

Es uno de las propiedades físicas del agua primordial, debido que incide en la aceleración y retardo de las actividades biológicas, precipitaciones, absorción de oxígeno, conformados de depósitos, procesos de mezcla y desinfección, filtración, sedimentación y floculación (Zoila, 2019).

Por otro lado, García (2022), refiere que la temperatura es un indicador muy fundamental en la solubilidad de gases, en las disoluciones de sales y de igual manera en la identificación de pH, conocer el origen de agua, conductividad eléctrica, estados de mezclas, entre otros. Asimismo, es uno de los parámetros que evidencia la calidad de agua que incide en el comportamiento de otras medidas de calidad de recurso híbrido como el pH, conductividad eléctrica y déficit de oxígeno.

- **Potencial de hidrógeno (pH)**

De acuerdo, García (2022), refiere que el potencial de hidrógeno es uno de los indicadores que permite medir concentraciones de iones de hidrógeno en el agua, es decir, es un indicador que permite identificar el nivel de acidez que tiene el agua, asimismo, los valores de pH en el agua son aplicado para conocer tendencias corrosivas o incrustante.

Los valores de pH que se encuentran inferior a 7.0 que demuestra que existe tendencias de acidez, en cambio si el valor es superior a 7.0 demuestra que la tendencia de alcalinidad, resaltando que las aguas naturales poseen pH que oscila de 4 a 9, pese que muchos poseen pH básico por su contenido de carbonatos y bicarbonatos (Zoila, 2019).

- **Turbiedad**

Es un parámetro que mide la dispersión de la luz en el agua producto de la presencia en la misma de materiales enajenados coloidales y/o particulados. La turbiedad es generada por coloides o suspensión, lo que describe que las partículas que por su tamaño se localizan suspendidos disminuyendo su transparencia del agua esta puede ser en mayor o menor medida (Zoila, 2019). La turbidez aumenta por que presenta partículas de arcilla, limo, plancton, arena, microorganismos, entre otros, que es importante que para el consumo humano sean eliminados mediante la potabilización, por lo tanto, mientras exista suciedad mayor la turbidez será mayor.

- **Conductividad eléctrica**

El agua puro posee un comportamiento aislante eléctrico, debido que las sustancias disueltas del aislante eléctrico contribuyen a que el agua tenga la capacidad de

transportar la corriente eléctrica, el cual es determinado a través de electrometría con electrodo conductimétricas demostrando respuestas de microsiemens  $\text{em}^{-1}$  ( $\mu\text{S} / \text{cm}$ ) (Zoila, 2019). Por lo tanto, es un indicador que demuestra la capacidad de la conductividad eléctrica que permite la transportación de corrientes eléctricas facilitándoles identificar la concentración de especies iónicas que se encuentran en el agua (Huamancayo, 2019).

Por otro lado, García (2022) refiere que “las muestras para la evaluación se deben analizar in situ, o preservar en frascos de polietileno, jamás en vidrio sódico, en nevera (2-4 °C) y obscuridad en un máximo de 24 h, teniendo la precaución de termostatarlas a 25 °C antes de realizar la determinación”.

- **Sólidos totales disueltos**

Alude a la suma de la totalidad de sólidos presentes en una muestra de agua e involucran las sales inorgánicas como son el potasio, calcio, sodio, magnesio, cloruros, bicarbonatos y sulfatos, asimismo implica pequeñas partículas orgánicas que se encuentran disueltos en el agua (García, 2022).

### **2.1.3. Calidad de agua para consumo humano**

De acuerdo con Atencio (2018), refiere que hablar de calidad de agua es referirse cuando este no ocasiona ningún daño o riesgo a la salud integral de las personas que consumen durante toda la vida, considerando que la diversidad de sensibilidad que presenten las personas en las diferentes fases de su vida.

Por otro lado la Organización Panamericana de Salud refiere que se cataloga como agua apto para el consumo humano cuando esta es de calidad y satisface los parámetros químicos, físicos y biológicos establecidos en las leyes y normas vigentes de acuerdo para lo que se va utilizar, bajo estas premisas se considera que el agua está contaminando cuando presente alteraciones que repercutan su uso y no cumple con los parámetros establecido se exige realizar tratamientos que facilitan en reducir la carga contaminante (OPS, 2007).

En síntesis, la calidad de agua apropiado para el consumo humano siempre y cuando no genere daños y riesgos a la salud debido que su componentes químicos, físicos y microbiológicos se encuentren dentro de los límites permitidos.

#### **2.1.4. Contaminación del agua**

Hablar de contaminación en términos generales comprende la transmisión o la introducción de sustancias y elementos sobre algo, como es el agua que no deben estar en él afectando al ecosistema y el medio ambiente, asimismo la salud de todos los seres vivientes en él.

Hablar de contaminación del agua comprende directamente a la acumulación e introducción de sustancias y elementos tóxicas al sistema híbrido, como son ríos, mares, cuencas, lagos, entre otros, afectando directamente a la calidad del agua (Díaz, 2021), asimismo MINAM (2016), refiere que las sustancias que se acumulan en el agua ya sean estos físicos, químicos y biológicos repercuten más allá del medio ambiente, que es la vida humana, debido que deteriora la salud y bienestar afectando su calidad de vida, siendo importante la intervención de actores responsables que establecen parámetros y exijan su cumplimiento de estas.

Por otro lado, Gómez - Duarte (2018), refiere que la contaminación del agua comúnmente es comprendida como cambios y alteraciones de la calidad de agua natural, producto de las actividades realizados por las personas que hace que el uso de agua sea parcial o totalmente no útil para diferentes destinos como es el consumo, cultivo, etc. Por lo que la contaminación ocurre por diferentes fuentes causales que provocan de manera directa o indirecta contaminación, como son: actividades industriales, urbanas, agrícolas, doméstico, entre otros.

Asimismo, Carretero – Rivera (2016), refiere que la contaminación del agua se produce por diferentes factores, resaltando el elemento arsénico y otros componentes tóxicas catalogando como una de las amenazas mayores al medio ambiente como la salud pública a las que se enfrenta la población en general, debido que el arsénico se localiza en aguas subterráneas y superficiales.

### **2.1.5. Arsénico (As)**

Al respecto, Cano (2019), define que “el arsénico en un componente metaloide con alto contenido de toxicidad, que se localiza en diferentes zonas, actividades naturales y antropogénicos del medio entorno, que comúnmente se presenta en cuatro estados de oxidación (+5, +3, 0 y -3) a pesar que el arseniato (As V) y el arsenito (As III) son generalmente componentes comunes y el As III es uno de componentes que posee nivel alto de toxicidad As V” (pág. 21).

### **2.1.6. Fuentes naturales del Arsénico (As)**

Al respecto, (Huillca & Apaza, 2019) señalan que el arsénico es categorizado como elemento que se encuentra en la atmósfera, en el suelo y rocas, asimismo el biosferas e hidrosferas que es transportado en el medio ambiente mediante la combinación de procesos, como son las naturales que implica la actividad biológica, la meteorización y la emisión volcánica.

Por otro lado, Cano (2019) refiere que el arsénico es un metaloide que se genera de manera natural, por lo que es parte de los 20 elementos comunes que se encuentran en la corteza terrestre y además es uno de los componentes de los 245 minerales, siendo la fuente principal de As el agua, mediante los minerales que esta contiene y asume complejidad por átomos de azufre siendo el común la arsenopirita  $\text{FeAsS}$ , orpimento  $\text{As}_2\text{S}_3$  y el realgar  $\text{As}_2\text{S}_2$  o  $\text{AsS}$ .

### **2.1.7. Riesgos en la salud humana por consumo de Arsénico (As)**

Por otro lado, Huillca y Apaza (2019) refieren que el consumo o exposición prolongada de arsénico es un riesgo para la salud humana, debido que esta es consumida a través del agua contaminada o comidas generando consecuencias fatales para la salud. De igual manera Medina – Pizzali, et al. (2018), refiere que el consumo del arsénico repercute directamente al organismo, debido que genera daños como es la intoxicación crónica que se manifiestan mediante la presencia de cáncer a la piel, lesiones cutáneas y problemas en las vías respiratorias.

Por otro lado, la Organización Mundial de la salud refiere que la población se encuentra expuesto a riesgos mayores de arsénico inorgánico, que generalmente ocurre por las siguientes medios como son: consumir agua contaminadas, utilizar agua con arsénico para preparar alimentos, usar agua con arsénico para los cultivos, por procesos industriales, consumir productos contaminados y además de la exposición dérmica al arsénico, encontrarse a exposición por periodos prolongados puede generar daños directamente a la salud de la persona, que se presentan en lesiones cutáneas, cáncer, problemas cardiovasculares y la diabetes (OMS, Arsénico, 2022).

#### **2.1.8. Límites máximo permisibles**

La Organización Mundial de la Salud frente al problema de la presencia de arsénico para el consumo humano, estableció parámetros de límites permitidos máximos en agua para el consumo humano siendo este de 0,01 mg/L y los parámetros de calidad de agua subterránea como máximo de 0,05 mg/L el cual debe contar con tratamiento previo correspondiente y apto para el consumo humano, por lo que sustenta que esta debe ser evaluado y analizado, catalogando como un reto importante para los países (OMS, Arsénico, 2022).

#### **2.1.9. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano**

Resolución de Consejo Directivo N° 011-2007-SUNASS-CD, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), que fue aprobado en febrero de 2007, mediante esta resolución se estableció en el reglamento de calidad de prestación de servicios de saneamiento, cuya finalidad fue regular las particularidades que debería poseer la prestación de servicios de saneamiento en el ámbito de competencias de SUNASS el cual alcanza a las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) públicas, privadas o mixtas. Asimismo, en dicho reglamento específicamente el capítulo 2, trata sobre la calidad de agua potable, en el art. 51 calidad sanitaria de agua potable señalando “que la calidad del agua potable distribuida por la EPS para consumo humano debe cumplir con los requisitos físicos, químicos y microbiológicos establecidos

en las normas sobre calidad del agua para consumo humano emitidas por la autoridad de salud” (D.S N°031-2010-SA, 2010).

Decreto Supremo N°002-2008- MINAM, que fue establecido el 30 de julio del 2008, donde el Ministerio del Ambiente estableció “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” cuya finalidad fue determinar el grado de concentración de sustancias, elementos y parámetros químicos, físicos y biológicos que se encuentran en el agua en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los cuerpos acuáticos, que se considere como un riesgo considerable para la salud de las personas ni para el ambiente, asimismo los estándares comprenden la aplicación de cuerpos de agua a nivel nacional en su estado natural y son obligatorios para el diseño de normas legales y las políticas públicas, siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. “Estos estándares dividen a los cuerpos de agua en tres categorías: Categoría 1 (Poblacional y Recreacional), Categoría 2 (Actividades Marino Costeras), Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales)” (D.S N°031-2010-SA, 2010).

Decreto Supremo N° 031- 2010-SA, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) donde se establece en septiembre de 2010 aprobándose así el reglamento de la calidad de agua para el consumo humanos, cuyo decreto posee el objetivo de establecer las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con el propósito de “garantizar su inocuidad, prevenir situaciones de riesgo sanitarios, de igual manera proteger y promover la salud y bienestar de la población y es de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo” (D.S N°031-2010-SA, 2010). En este reglamento, el agua destinada para el consumo humano, de acuerdo a los parámetros microbiológicos, debe estar exento de:

- ✓ Bacterias Coliformes Totales, Termotolerantes y E. coli
- ✓ Virus
- ✓ Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos
- ✓ Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos

Para el caso de bacterias heterotróficas menos de 500 UFC/mL a 35 °C. Los parámetros de control obligatorio para el agua de consumo humano son los siguientes:

- ✓ Coliformes totales;
- ✓ Coliformes termotolerantes;
- ✓ Color;
- ✓ Turbiedad;
- ✓ Residual de desinfectante; y
- ✓ pH.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **Contaminación**

Hablar de contaminación en términos generales comprende la transmisión o la introducción de sustancias y elementos sobre algo, como es el agua que no deben estar en el afectando al ecosistema y el medio ambiente, asimismo la salud de todos los seres vivientes en él (Editorgc, 2018).

### **Agua de pozo**

Comprende al agua que se localiza debajo del suelo en áreas saturados, donde las áreas vacías se encuentran colmados de agua, no obstante, se localizan bajo la superficie de la tierra y se presentan en las partículas del suelo o entre las superficies rocosas (Duarte, 2019).

### **Agua de consumo humano**

Considerando a la Organización Mundial de la Salud el agua implica directamente al agua que se considera como apto y que cumple con todos los estándares de tratamiento para

eliminar contaminantes, por lo tanto, es catalogado como agua que no causa daños a su salud (OMS, 2022).

### **Recurso hídrico**

Hablar de recurso híbridos es referirse al agua considerando como un recurso indispensable para la supervivencia y el bienestar, este recurso se encuentra repartido de forma desigual en la corteza terrestre y el tiempo (D.S.N°031-2010-SA, 2010).

## **2.3. MARCO LEGAL**

### **2.3.1. Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente**

Es uno de las normativas legales que rigen la gestión ambiental en nuestro país, denominada Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente” que fue aprobado en 2005, en la cual se determinan los principios y normas fundamentales que garanticen el ejercicio efectivo sobre los derechos de contar con un ambiente saludable, adecuado y equilibrado que permitan el desarrollo pleno de la vida, asimismo, el cumplimiento del deber de contribuir a una gestión ambiental efectiva, la protección del ambiente como sus componentes con el propósito de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y buscar el desarrollo sostenible.

Asimismo, en la Ley N°28611 consta de Títulos y Capítulos, que son los siguientes:

Título I “política nacional del ambiente y gestión ambiental” que consta de tres capítulos, el capítulo I describe los aspectos generales donde se establecen el objetivo de la ley, ámbito de aplicación, los roles del Estado en ámbito ambiental, patrimonio de la nacional, carácter de orden público de las normativas ambientales. En el capítulo 2 describe la política nacional del ambiente que tiene como objeto el mejoramiento de la calidad de vida de la población garantizando la preservación de ecosistemas viables, saludables y funcionales buscando el desarrollo sostenible, asimismo se describen los lineamientos ambientales básicos de las políticas públicas, en el capítulo 3 se describe la gestión ambiental, el sistema nacional de gestión ambiental, entre otros (Ley N°28611, 2005).

Título II “De los sujetos de la gestión ambiental” que consta de 4 capítulos, donde el capítulo 1 determina que la organización del Estado en la cual se establecen las

competencias ambientales que asume el Estado, los roles transectoriales, de los conflictos de competencia. En el capítulo 2 se establece las autoridades públicas, donde se estipula las autoridades ambientales a nivel nacional, del ejercicio sectorial de las funciones ambientales, ejercicio descentralizado de roles ambientales y de los fondos de interés público. En el capítulo 3 se expone la población y ambiente en la cual se establece los asentamientos poblacionales, gestión y las políticas poblacionales, salud ambiental, saneamiento básico, planes de desarrollo, entre otros y en el capítulo 4 se establece sobre las medidas de empresa y ambiente.

Título III “Integración de la legislación ambiental” que consta de 4 Capítulos, donde el capítulo 1 expone el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en la cual se establecen el rol de estados y recursos naturales, de la seguridad, regímenes de aprovechamiento, de los recursos como suelo, agua, forestal y fauna, los servicios ambientales, los recursos naturales no renovables, en el capítulo 2 se determina la conservación de la diversidad biológica que establece los ecosistemas frágiles, de montañas, marinos y costeros, los lineamientos para la políticas de diversidad biológica, la protección de conocimiento tradicionales, las medidas necesidad de prevención y sanción biopiratería, entre otros. En el capítulo 3 se estipula la calidad ambiental, en el capítulo 4 se establece la ciencia, tecnología y la educación ambiental

Título IV “la responsabilidad por daño ambiental” que consta de tres capítulos, donde el capítulo I se resalta la fiscalización y control donde se establecen las inspecciones, vigilancia ciudadana, vigilancia y monitoreo ambiental, en el capítulo 2 se expone el régimen de responsabilidad por el daño ambiental, en la cual se establecen los regímenes de sanciones en caso de que ocurra un cumplimiento de esta normativa, asimismo se determina las sanciones y medidas correctivas, medidas cautelares, regímenes de responsabilidad, registro de buenas prácticas y de infractores ambientales, la responsabilidad por daños ambientales, causas eximentes de responsabilidad, reparación del daño y las garantías, entre otros. En el capítulo 3 se determina los medios para la resolución y gestión de conflictos ambientales, donde establece que el Estado

tiene el deber de fomentar conocimiento sobre la utilización de medios para resolver y gestionar conflictos en materia ambiental buscando la democracia y la paz.

### **2.3.2. Ley N° 29338 - Ley de recursos hídricos**

Es otra de las normativas legales que fue aprobado en 30 de marzo de 2009 y que tiene ámbito de aplicación a nivel nacional, ley que regula el uso de recursos hídricos y su gestión correspondiente, asimismo regula los bienes asociados al agua, ya sean estas de origen natural como artificial, donde el propósito de esta normativa es regular la utilización del agua y su gestión holística de la misma, asimismo determinar los roles y funciones del Estado y los responsables en la gestión de esta, asimismo regular los bienes relacionados al agua, además establece principios como la valoración del agua, el acceso responsable del agua, participación de la población y fomentar la cultura del agua, la sostenibilidad, precautorio, eficiencia y gestión integrada (Ley N° 29338, 2009).

Esta Ley N° 29338 consta de títulos y capítulos, de la siguiente forma:

Título I “disposiciones generales” que establecen el concepto del agua, dominio y uso público del recurso hídrico, necesidad pública, denominaciones, entre otros.

Título II “Sistema nacional de gestión de los recursos hídrico” que consta de VI capítulos, donde el capítulo I describe sobre la finalidad e integrantes, en la cual se establece el objeto de implementación del sistema nacional de los recursos hídricos, quienes conforman y quienes son integrantes del sistema nacional de gestión de recursos hídricos, los alcances entre otros; en el capítulo II se establecen la autoridad nacional del agua donde se determinan la autoridad Nacional como ente rector, funciones de la autoridad nacional y los recursos económicos de la autoridad Nacional, en el capítulo III describe la estructura orgánica de la autoridad Nacional del Agua, que determina la organización de las autoridades nacionales, información en ámbito de recursos hídricos, en el capítulo IV determina las funciones de los gobiernos regionales y gobiernos locales, el capítulo V se establecen las organizaciones de usuarios y el capítulo VI se determinan las cuencas y entidades multinacionales.

Título III “Usos de los recursos hídricos” que establecen las condiciones generales para el uso de recursos hídricos, asimismo las clases del uso de agua, áreas libres de acceso para el uso primario.

Título IV “Derechos de uso de agua” que consta de capítulos, donde el capítulo I describe las disposiciones generales en la cual se determina los derechos de uso de agua, clases de derechos de uso de agua, garantía en el ejercicio de los derechos de uso; en el capítulo II se determina la licencia de uso de agua, en el capítulo III se establecen otros derechos de uso de agua y en el capítulo IV que estipula la extinción de los derechos de uso de agua.

Título V “Protección del agua” en la cual se describen las clasificaciones de los cuerpos de agua, la faja marginal, la protección del agua, la vigilancia y fiscalización del agua, agotamiento de la fuente, áreas de protección y de veda, evaluación de impacto ambiental, entre otros.

Título VI “régimen económico por el uso del agua” donde se establecen las retribuciones económicas y tarifas, tarifas de uso de infraestructura hidráulica menor y mayor, criterios de autosostenibilidad, entre otros.

Título VII “planificación de la gestión del agua”.

Título VIII “establece la infraestructura hidráulica”

Título IX “agua subterránea”

Título X “aguas amazónicas”

Título XI “Los fenómenos naturales”

Título XII “La infracciones y sanciones”

### **2.3.3. Ley N° 17752 Ley general de aguas**

Es otras de las normativas que fue promulgado en 1969, donde se determina la formulación y expedición del agua, que consta de títulos y capítulos, que son los siguientes (Ley N° 17752, 1969):

Título I “disposiciones generales” que en su art. 1 establece que las aguas sin ninguna excepción siendo considerado una propiedad del Estado y su dominio es imprescriptible e

inalienable, por lo tanto, no existe propiedad privada del agua ni algún derecho adquirido de ellas, por tanto, el uso del agua es racional y justificable para interés sociales y desarrollo del país.

Título II “De la conservación y preservación de las aguas” que consta de dos capítulos, donde el capítulo I aborda sobre la conservación en su art. 19 establece que la autoridad de agua tiene el deber de dictar las providencias y aplicar las medidas requeridos para prevenir pérdidas por escorrentía, evaporación, percolación, inundación, e uso inadecuado con el propósito de maximizar la disponibilidad del agua y su uso eficiente, asimismo en el capítulo II se establece sobre la preservación.

Título III “de los usos de las aguas” que consta de capítulos, donde el capítulo I se establece las disposiciones generales, que en su art. 26 se establecen acerca del uso de agua considerando que estas son aleatorias y se encuentran sujetas a la disponibilidad del mismo y los requerimientos reales del objeto a que se destinen y tienen el deber de ejercer la función de interés social, en el capítulo II se establece el uso de preferentes, en el capítulo III el uso de agricultura, en el capítulo IV acerca de los usos energéticos, industriales y mineros, en el capítulo V sobre otros usos.

Título IV “de las aguas subterráneas” donde establecen que las aguas subterráneas quedan a disposición especial de esta ley, así como de otros.

Título V “de las aguas minero - medicinales” en su art. 71 establece que las aguas minero-medicinales quedan sujetas a los requerimientos especiales.

Título VI establece sobre las propiedades marginales

Título VII establece sobre los estudios y obras

#### **2.3.4. DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano**

Esta normativa fue aprobada el 26 de setiembre de 2010, donde se establece el reglamento de la calidad de agua para Consumo Humano, que se estructura de 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales, y 5 anexos, donde los textos constituyen parte integrante del presente decreto supremo, en su art. 1

establece que este reglamento determina las disposiciones generales asociados a la gestión de la calidad de agua para consumo humano, buscando garantizar su inocuidad, evitar los determinantes riesgosas en cuanto a la salud, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población (D.S.N°031-2010-SA, 2010).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Existe concentraciones de Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

Los parámetros químicos y biológicos de pozos para consumo humano no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

La concentración de Arsénico (As) tiene efecto positivo en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

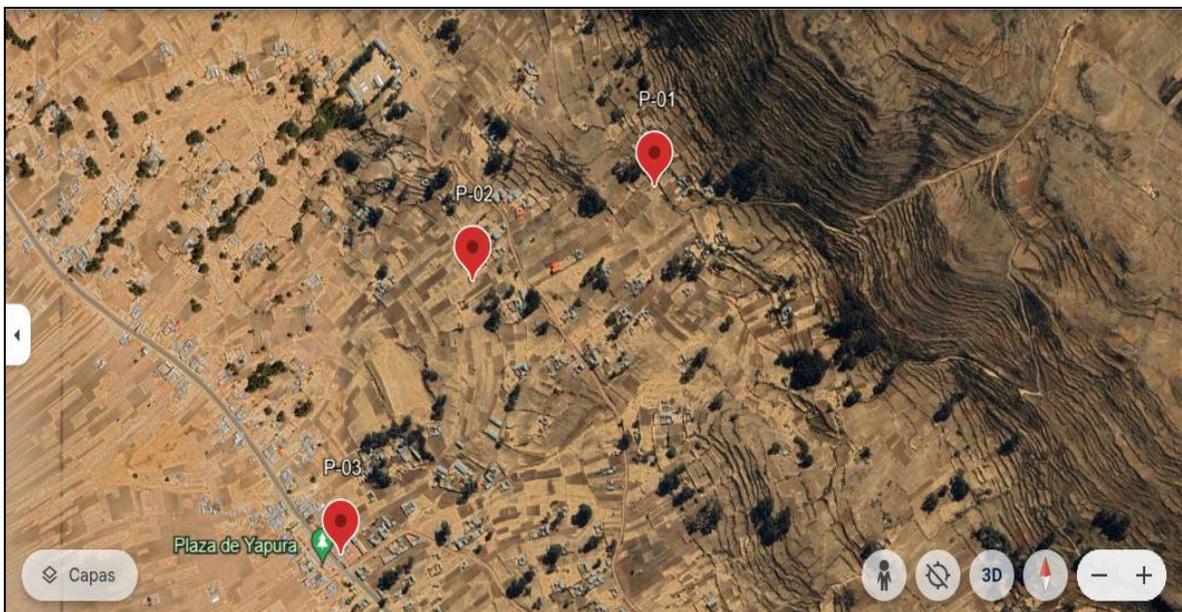
El nivel de concentración de Arsénico (As) es superior a los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El proyecto se realizó en el centro poblado de Yapura que pertenece al distrito de Capachica se encuentra localizada en la Región Puno, provincia de Puno, Departamento de Puno a una altitud de 3,880 m.s.n.m. latitud sur  $15^{\circ} 38' 30''$  y longitud oeste  $69^{\circ} 49' 50''$  del meridiano de Greenwich. Cuyas coordenadas UTM son 410978.20 Este, 8270526.80 Norte. Se ubica a 62 kilómetros al Nor-oeste de la ciudad de Puno. Juntamente con la península de Chuchito encierran el golfo de Puno (MuniCapachica, 2021).



**Figura 01:** Puntos de monitoreo de pozos(PM)

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### Población

La muestra para la presente investigación estuvo conformada por pozos en el centro poblado de Yapura según el padrón JASS del distrito de Capachica.

#### Muestra

La muestra se realizó por estratificación intencional, por 3 sectores (alta, media y baja), 1 pozo por cada sector y se consideró un total de 3 pozos, de los cuales se tomó 2 muestras por cada uno, por lo tanto se analizó 6 muestras más 1 muestra en blanco.

**Tabla 01:** Coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo

PM	Muestras	Coordenadas		Altitud msnm
		Este	Norte	
1	2	-412782.59	-8264269.96	3 867
2	2	-412678.662	-8263894.40	3 862
3	2	-412472.51	-8263417.31	3 827
Blanco de campo	1			
Total	7 muestras			

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

#### 3.3.1. Tipo de Investigación

De acuerdo con la teoría de Niño (2011) la investigación es de tipo analítico, este tipo de investigaciones tiene el propósito de validar o comprobar una hipótesis bajo una técnica de medir un grado de relación entre variables, por otro lado alcanza a un tipo correlacional que mide el grado de relación entre dos o más variables.

#### 3.3.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación es de diseño no experimental, de corte transversal porque el proceso de recolección de datos se tomó en un tiempo único y en un momento determinado (Carrasco, 2005).

### 3.3.3. Método de Investigación

Siendo una investigación de un enfoque cuantitativo comprende a un método hipotético deductivo que consiste en la deducción de una hipótesis planteada en la realidad problemática hacia la prueba verdadera con métodos estadísticos basado en la teoría de la falsación (Behar, 2008)

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Concentración de Arsénico (As)	Nivel de concentración de Arsénico (As)
Contaminación por Arsénico (As)		Cumplimiento de Límites máximo permisibles
		Cumplimiento de D.S.N° 031-2010-SA, 2010
Variable dependiente	Propiedades físicas	Temperatura
		pH
		Turbiedad
		Conductividad eléctrica
Propiedades del agua		Sólidos totales disueltos
	Propiedades Químicas	Demanda Química de oxígeno
		Demanda Bioquímica de Oxígeno
		Contenido de metales pesados
	Propiedades Biológicas	Coliformes totales y fecales
		Presencia de Escherichia coli

### **3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO**

#### **3.5.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos de los 3 puntos de muestreo se siguió lo que establece la Norma Técnica Peruana RD 160-2015-DIGESA, que es un protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación y hasta la recepción del agua en el laboratorio como parte del procedimiento instructivo proporcionado por el laboratorio, en lo cual se trabajó según los objetivos planteados en la investigación:

#### **Analizar los parámetros químicos y biológicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023**

- Primero se ubicaron los puntos de muestreo bajo las coordenadas y se determinó todos los datos in situ cómo son las propiedades físicas con dispositivos autorizados y certificados por el laboratorio.
- Seguidamente se recogieron las muestras en envases de polietileno de 500 ml en un cooler de tipo FQ.
- La muestra fue etiquetada con el código del punto de muestreo y su referencia acompañado con un blanco de campo
- En una hoja de referencia de campo se recolectó los datos como el código de muestreo, hora de muestreo, fecha de muestreo, lugar de muestreo, y el nombre del muestreado.
- Las muestras fueron transportadas lo antes posible al laboratorio “Bhios laboratorios”
- Ahí se analizaron los parámetros químicos y biológicos

#### **Determinar el efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023**

- Se tuvo una hoja de referencia de campo en la cual se tuvo los datos como el código de muestreo, hora de muestreo, fecha de muestreo, lugar de muestreo, y el nombre del muestreado.
- Las muestras fueron transportadas lo antes posible al laboratorio “Bhios laboratorios”

- Ahí se analizó la concentración del Arsénico (As) y estadísticamente se demostró cómo influye la concentración del Arsénico (As) en las propiedades químicas y biológicas mediante la prueba de correlación y regresión lineal dicha prueba estadística demuestra basada en los valores estadísticos de intersección de la recta y la pendiente respectiva, los cuales son determinados de la comparación de los promedios de los seis Pozos que se evalúa con el nivel de concentración del Arsénico (As) que influye en las propiedades químicas y biológicas de aguas.

**Comparar el nivel de concentración de Arsénico (As) con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023**

- Se tuvo una hoja de referencia de campo en la cual se determinó los datos como el código de muestreo, hora de muestreo, fecha de muestreo, lugar de muestreo, y el nombre del muestreado.
- Las muestras fueron transportadas lo antes posible al laboratorio “Bhios laboratorios”
- Ahí se analizó la concentración del Arsénico (As) y estadísticamente se comparó con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

En el laboratorio se realizó los apuntes respectivos de la cadena de custodia y se esperaron los resultados el certificado es firmado por biólogos responsables del laboratorio en lo cual se tomaron los análisis químicos sobre el nivel de concentración del arsénico y el nivel de cumplimiento del reglamento de calidad de agua del consumo humano.

**3.5.2. Técnicas de análisis de datos**

Una vez recolectados los datos, se analizaron descriptivamente realizando la comparación con los límites máximos permisibles en las propiedades físicas del agua y el nivel de concentración del arsénico (As) de esa forma determinar si los pozos de los pobladores del centro poblado de Yapura tienen un nivel de concentración de arsénico y las propiedades físicas.

Los resultados se presentaron de acuerdo con los objetivos planteados en la investigación cuya forma de tabulación fueron de frecuencia compuesta.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA DE POZOS PARA CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO DE YAPURA - CAPACHICA, 2023

El análisis de los parámetros químicos y biológicos del agua de pozos para consumo humano esta basado en el D.S. 031-2010-SA, lo cual es el reglamento de la calidad del agua para consumo humano, donde están estipulados los límites máximos permisibles que las fuentes hídricas deben tener para mantener la salud de la población.

En la tabla 2 se muestra la evaluación de parámetros químicos biológicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura distrito de Capachica.

**Tabla 02:** Evaluación de parámetros químicos y biológicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

Parámetros químicos y biológicos	Unidades	P-01	PR-0	P-02	PR-0	P-03	PR-0
		1	2	3			
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	NMP/100	<1.8	<1.8	2	<1.8	<1.8	<1.8
Numeración de Escherichia coli (NMP)**	NMP/100	<1.8	<1.8	2	<1.8	<1.8	<1.8
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )**	mg/L	<4.0	<4.0	4.2	<4.0	4	5.8

Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
----------------------------------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

---

**Nota:** Resultados de las muestras recogidas del centro poblado de Yapura - 2023

Según la tabla 2, se observan las 6 muestras de los 3 puntos de monitoreo, teniendo como resultado la numeración de coliforme y termotolerantes o fecales que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles <1.8 tal como estipula en las mediciones NMP del Decreto Supremo 031-2010-SA, además se muestra la numeración de Escherichia Coli a valores menores de menor a 1.8 y solamente en el punto de monitoreo dos alcanzan un valor de 2 NMP/100ml. Así mismo, se evidencia la demanda bioquímica de oxígeno, evidenciando los valores menores a 4.0 mg/L y en el punto dos se alcanza a tener 4.2 mg/L y en el punto 3 como prueba reserva alcanzó a tener 5.8 mg/L.

Como prueba de hipótesis específica 1, plantea lo siguiente:

Ho: Los parámetros químicos y biológicos de pozos para consumo humano se encuentran dentro de los límites máximos permisibles en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

Ha: Los parámetros químicos y biológicos de pozos para consumo humano no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

En la tabla 3 se muestra la evaluación de los parámetros físicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura, distrito de Capachica.

**Tabla 03:** Evaluación de parámetros físicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

Parámetros físicos*	Unidades	LMP	P – 01	P – 02	P – 03
Temperatura	°C	-	17.6	15.9	15.3
Potencial de hidrógeno	pH	6.5 - 8.5	7.9	7.7	7.6
Turbiedad	UNT	5	0.40	2.55	0.71
Conductividad eléctrica	µmho/cm	1500	360	89	80
Sólidos totales disueltos	Mg/l	1000	266	575	612

**Nota:** Recolectados IN SITU

Evidencia una temperatura menor de 15.3 °C y una máxima de 17.6 °C, en las propiedades de potencial de hidrógeno donde el límite máximo permisible oscila de 6.5 a 8.5, los puntos de monitoreo alcanzan a tener de 7.6 a 7.9, encontrándose dentro de los límites máximos permisibles según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

En el ámbito de los parámetros de turbiedad en los límites máximos permisibles es de 5 UNT, y los puntos de monitoreo reporta desde 0.40 hasta 2.55, estando muy por debajo del límite máximo permisible, Asimismo, en los parámetros de conductividad eléctrica el límite máximo permisible es de 1500 µmho/cm, y los puntos de muestreo llegan a alcanzar hasta 360 µmho/cm como máximo y 80 µmho/cm como mínimo.

Además, en sólidos totales disueltos el límite máximo permisible es de 1000 mg/L, y en los puntos de monitoreo se alcanza hasta 612 en el punto de monitoreo 3, también el valor de 575 mg/L en el punto de monitoreo 2, y como valor mínimo se tiene 266 mg/L en el punto de monitoreo 1, evidenciando que dichos valores se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible.

Finalmente, Demostrando que los valores se determina el rechazo de la hipótesis alterna y la aceptación de la hipótesis nula, concluyendo que los parámetros químicos y biológicos de pozos para consumo humano no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

#### 4.1.1 Efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

Como segundo objetivo específico es determinar el efecto de la concentración del arsénico (As) en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua en pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura, distrito de Capachica para lo cual se detalla el nivel de concentración de arsénico (As) que tienen los pozos de agua de consumo humano.

La prueba de hipótesis general es determinante, donde se plantea que:

Ha: Existe concentraciones de Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

Ho: No existe concentraciones de Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

En los cuales el contenido de Arsénico se muestra en la tabla 4 de la investigación, que existe concentración de arsénico (As) en menor cantidad pero si existe mínimas concentraciones en aguas de consumo humano. Por ende se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que existe concentraciones de Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

**Tabla 04:** Concentración de Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

	Coliformes	Escherichia	DBO	Arsénico	DQO
Unidades	NMP/100mL	NMP/100mL	mg/L	mg/L	mg/L
LMP	0 (*)	0(*)		0.010	
P-01	<1.8	<1.8	<4.0	0.0052	< 3
PR-01	<1.8	<1.8	<4.0	0.0051	< 3

P-02	2	2	4.2	0.0081	< 3
PR-02	<1.8	<1.8	4.1	0.008	< 3
P-03	<1.8	<1.8	4	0.0063	< 3
PR-03	<1.8	<1.8	5.8	0.0063	< 3

\*En caso de analizar por la técnica NMP por tubos múltiples = <1,8%100 ML

La concentración del arsénico (As), se mide en miligramos por litro, en lo cual el límite máximo permisible según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano es de 0.010 mg/L, Y en los puntos de monitoreos se encuentra en lo siguiente: en el punto de monitoreo 1 se alcanza a registrar 0.0052 mg/L y en la muestra dos del mismo punto de monitoreo alcanzó a tener 0.0051 mg/L, en el punto de monitoreo 2 se evidencia el valor más alto igual a 0.0081 mg/L y en la segunda muestra se alcanza a determinar 0.0080 mg/L. Finalmente, en el punto de monitoreo 3 se evidencia 0.0063 mg/L y en la otra muestra se evidencia la misma cantidad, en lo cual todos los puntos de monitoreo se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo al reglamento de calidad del agua para consumo humano.

Al respecto, Mamani (2019), en el distrito de Juliaca se determinó 20 muestras de pozos tubulares en lo cual alcanzó a tener 0.0073 m,g/L, Superando los límites máximos permisibles. Por su parte, Huiilca y Apaza (2019) realizan un estudio donde evalúan el concentración de arsénico en las aguas de consumo humano de origen subterráneo y las viviendas nueva Jerusalén basados en el Decreto Supremo 031-1010-SA, donde la evaluación demuestra que la cantidad de arsénico no supera los límites máximos permisibles sin embargo, se encontró en dos pozos que la cantidad de arsénico supera lo establecido en la normativa, esto menciona que no todos los pozos pueden tener el mismo nivel de arsénico o es como decir la estigmatización que se tuvo que en el distrito de Capachica todas las aguas de los pozos tienen arsénico (As) en lo cual en esta investigación determinamos que en el centro poblado Yapura se encuentra en mínima cantidad avalando con las pruebas de laboratorio que los niveles son por debajo de los límites máximos permisibles.

Además, los resultados de esta investigación se encuentran ligadas a la investigación de Torres (2022) donde evalúa el grado de contaminación por la técnica en aguas para consumo humano extraídas en pozo tipo Caisson en el distrito de Umachiri provincia de Melgar, en lo cual determina la concentración de arsénico por muy debajo de los límites máximos permisibles en los cuales concluye que el 39% de arsénico es la comparación porcentual al 100% del límite máximo permisible eso quiere decir que determinó 0.00039 mg/L. Siendo estas aguas tratadas aptas para consumo humano y el efecto que tiene fue la dureza total como parte de las propiedades físicas del agua sin embargo cuyo efecto es mínimo.

Finalmente, la pregunta de la tesis es si la concentración del arsénico (As) tiene un efecto en las propiedades químicas y biológicas del agua, para lo cual se trabaja mediante el efecto del coeficiente de correlación, para lo cual se determina los datos descriptivos que se muestran a continuación:

**Tabla 05:** Datos descriptivos de concentración de Arsénico (As) y las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	6	1.800	2.000	1.833	0.082
Numeración de Escherichia coli (NMP)**	6	1.800	2.000	1.833	0.082
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )**	6	4.000	5.800	4.350	0.715
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	6	3	3	3	0

Numeración de Coliformes	6	0.005	0.008	0.007	0.001
Termotolerantes o Fecales**					

En la tabla 5 se presenta los datos descriptivos de la concentración del arsénico (As), y las propiedades químicas y biológicas del agua, donde se muestra la numeración de coliformes termotolerantes o fecales con valor mínimo de 1.800 y un máximo de 2.000, lo cual alcanza un promedio de 1.833, los mismos valores alcanzan a tener la numeración de escherichia coli, donde la desviación típica alcanza a 0.082, la demanda bioquímica de oxígeno tiene un valor de mínimo de 4.000 y un máximo de 5.800 y se evidencia un promedio de 4.350. Finalmente, la demanda química de oxígeno tiene un valor de 3 lo cual hace que este indicador sea una constante y será difícil medir el efecto del arsénico en dicho indicador.

La regresión lineal es una de las pruebas estadísticas que mide el efecto de una variable hacia la otra es por lo cual optamos por medir puesto que nuestros datos provienen de una distribución normal en lo cual en la tabla 6 se muestra la variación de los coliformes termotolerantes o fecales que muestran un modelo matemático

**Tabla 06:** Efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de coliformes termotolerantes o fecales

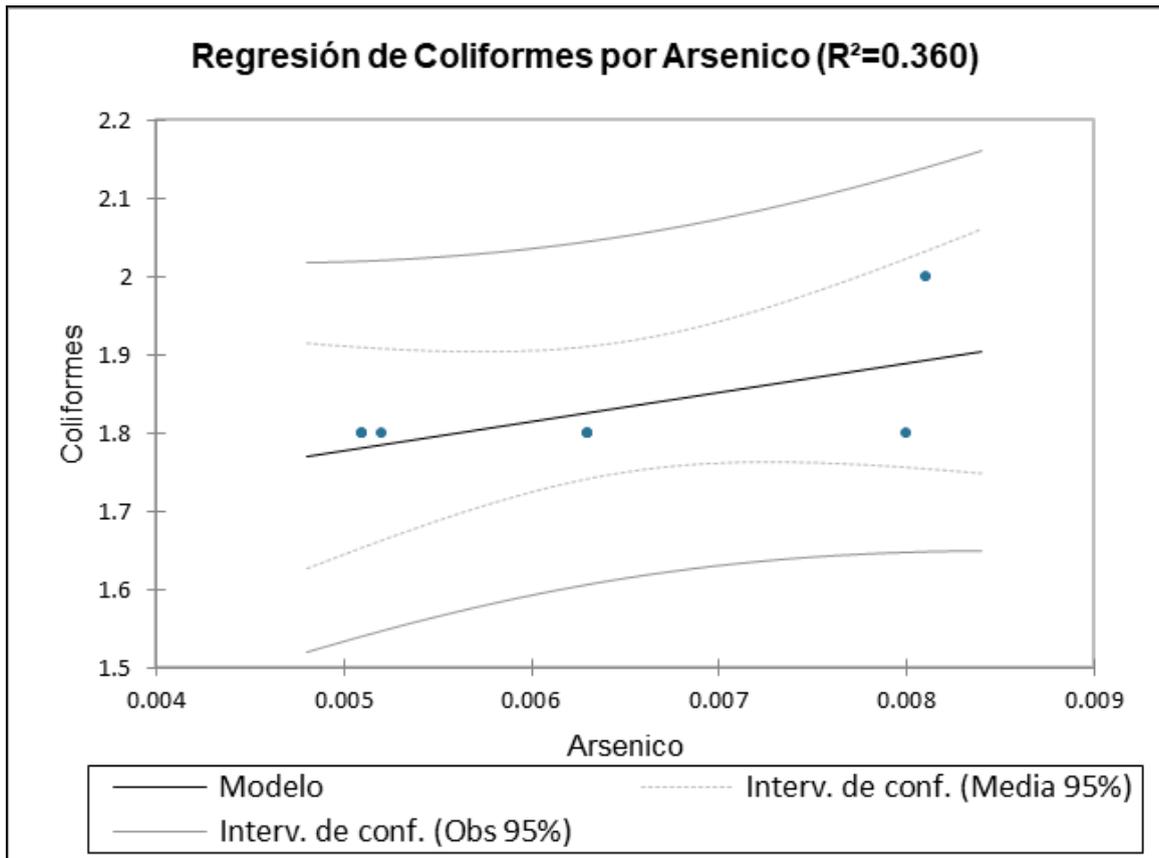
Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr >  t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	p-values significativos
Intercepción	1.590	0.165	9.624	<b>0.001</b>	1.131	2.048	***
Arsénico	37.471	24.996	1.499	0.208	-31.929	106.870	°

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

Según la tabla 6 se tiene la variación y la pendiente de la recta que une los puntos en un diagrama de dispersión, donde la intersección es igual a 1.590 y la pendiente de la recta es igual a 37.471, cabe recalcar que el coeficiente de determinación es igual a 0.356,

esto ajustado nos da al 20% de predicción lo cual se concluye que el efecto es muy bajo en la variación de los coliformes Termotolerantes o fecales.

El comportamiento de puntos basado en un modelo matemático a un coeficiente de determinación igual a 0.360 con un intervalo de confianza al 95% se presenta el siguiente modelo en lo cual se evidencia el mínimo efecto posible en la variación de las propiedades como los coliforme es termotolerantes o fecales (Fig. 2).



**Figura 02:** Efecto de regresión de la coliformes termotolerantes y fecales por Arsénico

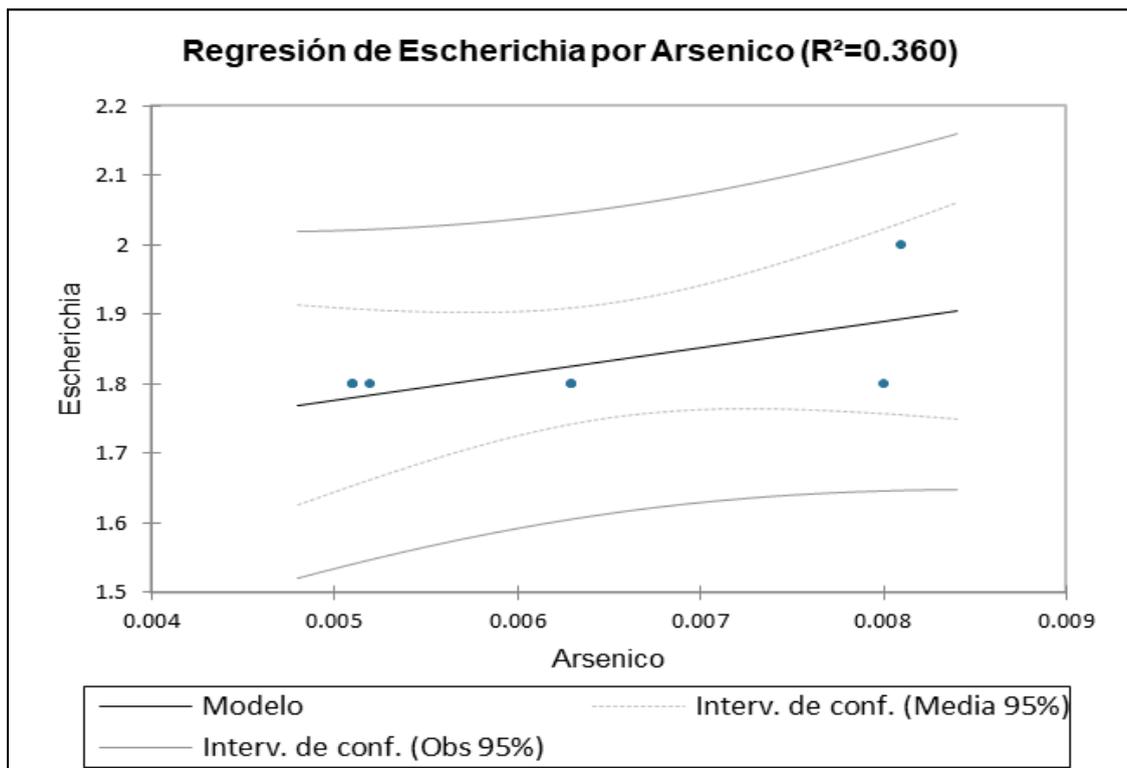
Por otro lado en la tabla 7 se tiene la variación y la pendiente de la recta que une los puntos en un diagrama de dispersión, donde la intersección es igual a 1.590 y la pendiente de la recta es igual a 37.471, cabe recalcar que el coeficiente de determinación es igual a 0.356, esto ajustado nos da al 20% de predicción lo cual se concluye que el efecto es muy bajo en la variación de la presencia de Escherichia Coli.

**Tabla 07:** Efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de la presencia de Escherichia coli (NMP)

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr >  t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	p-values significati on codes
Intercepció							
n	1.590	0.165	9.624	<b>0.001</b>	1.131	2.048	***
Arsénico	37.471	24.996	1.499	0.208	-31.929	106.870	°

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

El comportamiento de puntos basado en un modelo matemático a un coeficiente de determinación igual a 0.360 con un intervalo de confianza al 95% se presenta el siguiente modelo en lo cual se evidencia el mínimo efecto posible en la variación de las propiedades como los coliforme es termotolerantes o fecales (Fig. 3).



**Figura 03:** Efecto de regresión de la presencia de Escherichia coli (NMP) por Arsénico. De la misma forma, en la tabla 8 se tiene la variación y la pendiente de la recta que une los puntos en un diagrama de dispersión, donde la intersección es igual a 4.266 y la

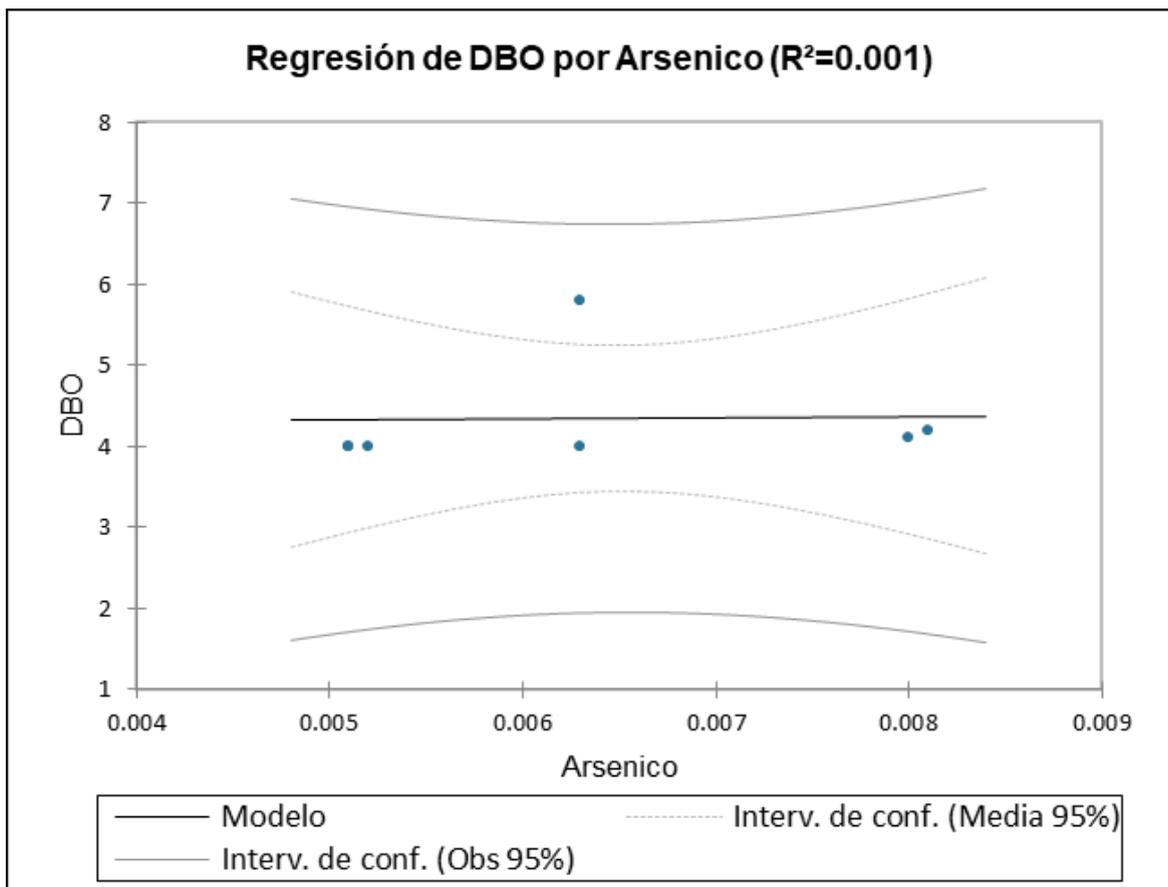
pendiente de la recta es igual a 12.881, cabe recalcar que el coeficiente de determinación es igual a 0.001, esto ajustado nos da al 20% de predicción lo cual se concluye que el efecto es muy bajo en la variación de la demanda bioquímica de oxígeno.

**Tabla 08:** Efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Fuente	Valor	Error		Pr >  t	Límite	Límite	p-values significati on codes
		estándar	t		inferior (95%)	superior (95%)	
Intercepció							
n	4.266	1.807	2.361	0.078	-0.750	9.283	.
Arsénico	12.881	273.411	0.047	0.965	-746.230	771.991	°

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

El comportamiento de puntos basado en un modelo matemático a un coeficiente de determinación igual a 0.360 con un intervalo de confianza al 95% se presenta el siguiente modelo en lo cual se evidencia el mínimo efecto posible en la variación de las propiedades como los coliforme es Termotolerantes o fecales (Fig. 4).



**Figura 04:** Efecto de regresión de la demanda bioquímica de oxígeno por Arsénico

En la tabla 9, se muestra el resumen del efecto del arsénico en las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura, distrito de Capachica donde se muestra el coeficiente de correlación igual a 0.56 en lo que de talla para coliforme es termotolerantes o fecales y de la misma forma para la numeración de escherichia coli, lo cual quiere decir que a mayor concentración de arsénico (As) que haya en los pozos de agua, probablemente la cantidad de estas propiedades se incrementan, basado en eso se presenta la ecuación modelo ajustado solamente al 0.2 de coeficiente de determinación lo cual predice el efecto muy bajo al 20% deficiencia.

Al respecto, Torres (2022) evalúa la contaminación donde determina relación determinando una concentración de As menor  $< 0.0039$  mg/L lo cual representa el 39% de As donde no supera LMP establecido por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, esta relación es directa por ende, mientras mayor concentración de Arsénico (As), mayores

serán las propiedades. De igual manera, Percca (2021) evalúa el nivel de arsénico (As) en relación a las propiedades, donde la que permitió analizar mediante la estadística que determina una correlaciona directa.

Como prueba de hipótesis específica 2, que se plantea lo siguiente:

Ho:La concentración de Arsénico (As) no tiene efecto positivo en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

Ha:La concentración de Arsénico (As) tiene efecto positivo en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

En la tabla 9 se muestra el efecto de concentración en la variación de propiedades en resumen de las tablas 6, 7 y 8.

**Tabla 09:** Resumen del efecto del arsénico en las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

	Elemento As*			P-01
	Coef. Corr (r)	Coef. Det. (r <sup>2</sup> )	R2 ajusta do	Ecuación modelo
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	0.56	0.356	0.2	NCTF = 1.5897736143+37.470725995*(As)
Numeración de Escherichia coli (NMP)**	0.599	0.359	0.2	E = 1.589773614+37.470726*(As)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )**	0.023	0.000	-0.249	DBO = 4.2662763+12.880562*(As)

Demanda Química de Oxígeno - - - Y = constante igual a 3  
(DQO)

---

En lo que respecta y la demanda bioquímica de oxígeno se tiene un coeficiente de correlación 0.02355 lo cual prácticamente es nula alcanzando a un coeficiente de determinación ajustada -0.249 lo cual significa que no tiene un efecto del arsénico en la demanda bioquímica del oxígeno, de la misma forma en el ámbito de la demanda química de oxígeno se tuvo un valor constante igual a 3 en todos los puntos de muestreo, esto significa que el nivel de concentración del arsénico (As) no tiene un efecto absoluto en ambas propiedades químicas del agua de los pozos de consumo humano en el centro poblado de Yapura, distrito de Capachica.

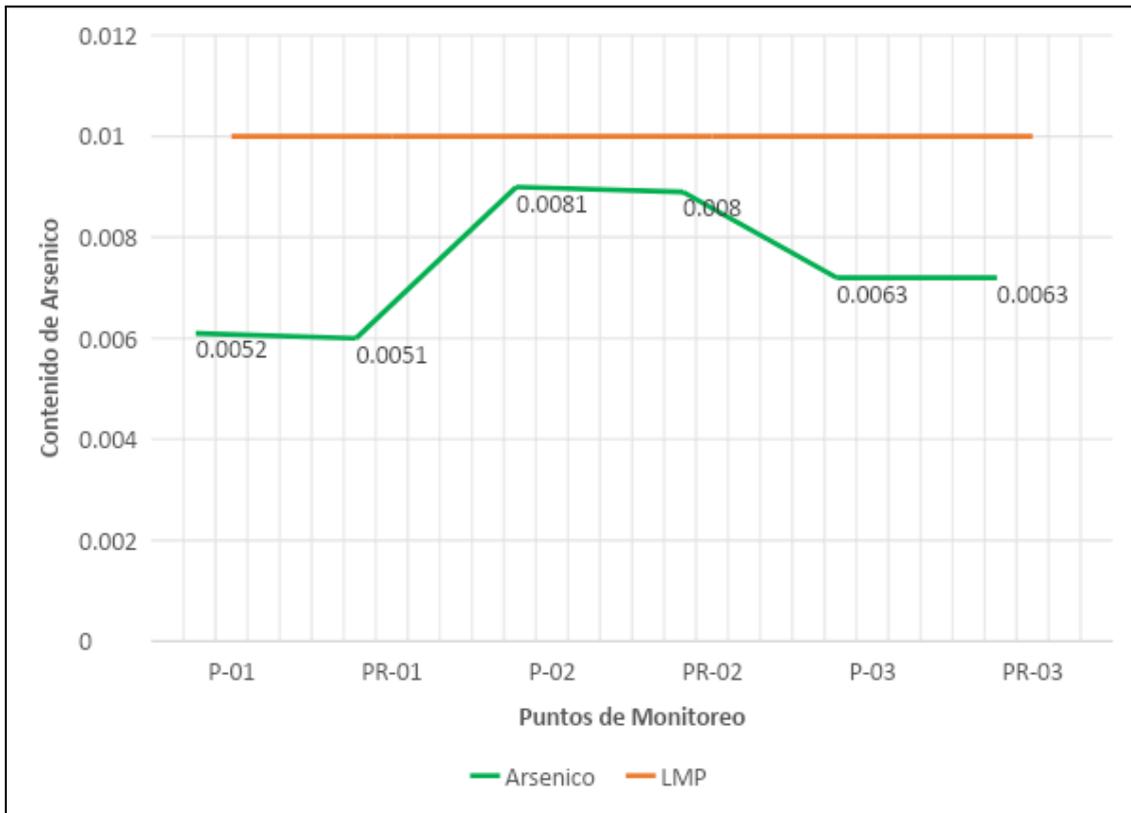
En un estudio Mamani (2019) sobre el agua de los pozos en Yapura, se encontró que el arsénico no afecta mucho dos cosas importantes del agua: la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno. Esto significa que el arsénico no cambia estas propiedades del agua. También se midió una pequeña cantidad de arsénico en el agua, que es muy baja y está dentro de los límites seguros para beber. Sin embargo, es importante tener cuidado porque las personas en Juliaca podrían estar expuestas al arsénico al beber esta agua, lo que puede ser malo para la salud.

Finalmente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo la concentración de Arsénico (As) tiene efecto positivo en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

#### **4.1.2. Comparación del nivel de concentración de Arsénico (As) con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.**

La comparación del nivel de concentración de arsénico (As), con los límites máximos permisibles en el agua estipulados en el Decreto Supremo 031 -2010-SA, cuyo reglamento de la calidad de agua para consumo humano estipula el límite máximo

permisible de la concentración de arsénico (As) en un valor de 0.010 mg/L, y a continuación se muestra en la figura 5 dicha comparación basado en los límites máximos permisibles



**Figura 05:** Comparación de concentración de Arsénico (As) con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

En el punto de monitoreo 1, se tuvo dos muestras en los cuales se determinó 0.0052 mg/L y 0.0051 mg/L del contenido de arsénico respectivamente, en el punto de muestreo dos se tuvo dos muestras en los cuales se determinó los valores de concentración de arsénico al 0.0081 mg/L y 0.0080 mg/L, en el punto de muestreo número 3 se determinó 0.0063 en ambas muestras, los cuales evidencian valores por muy debajo del límite máximo permisible según estipula el reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

El problema que empieza a trabajar con la contaminación del arsénico en los pozos fue que en los centros poblados adyacentes de acuerdo con la investigación del Ministerio de

salud en el año 2022 determinó concentraciones de arsénico (As) muy elevadas al límite máximo permisible lo cual se muestra en la tabla 10.

Según, la hipótesis específica 3, se plantea lo siguiente:

Ho: El nivel de concentración de Arsénico (As) no es superior a los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

Ha: El nivel de concentración de Arsénico (As) es superior a los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

En la tabla se muestra la prueba de hipótesis descriptiva.

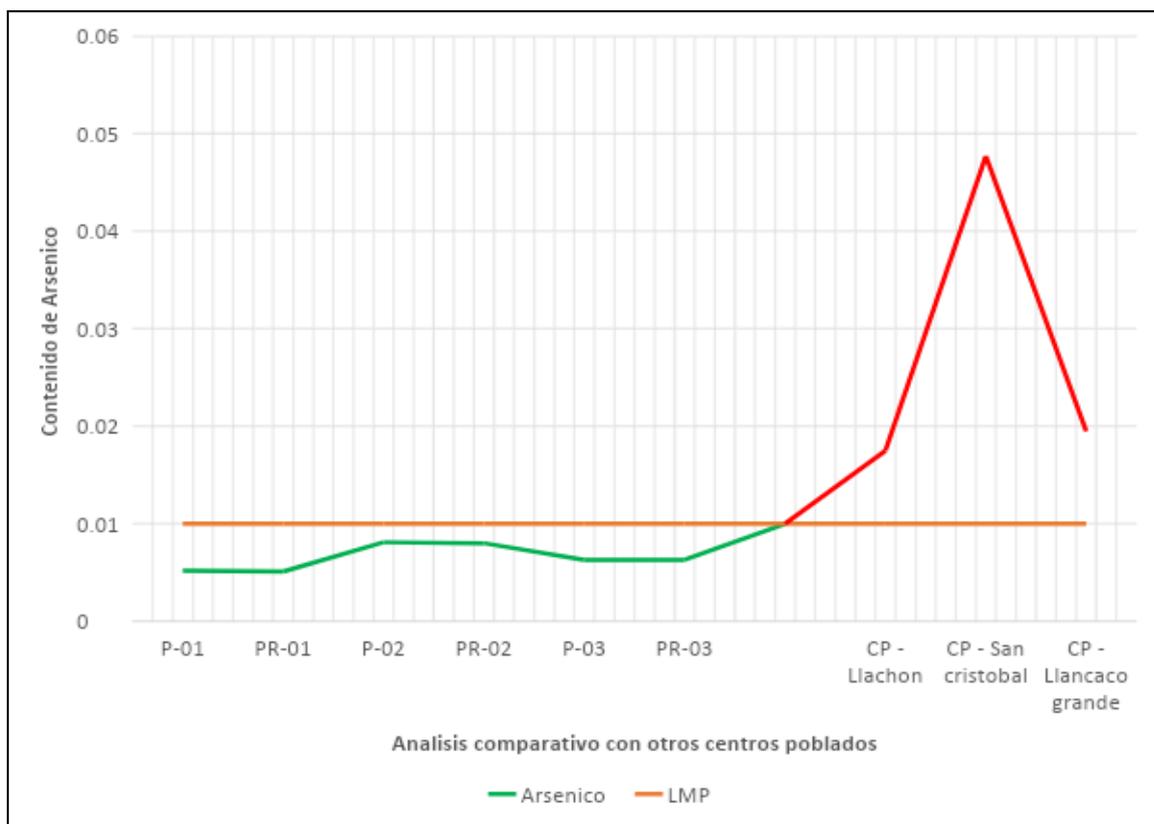
**Tabla 10:** Análisis comparativo de la concentración de Arsénico (As) con otros centros poblados de Capachica basado en el Límite Máximo Permissible (LMP)

Análisis comparativo	Arsénico	LMP
P-01	0.0052	0.01
PR-01	0.0051	0.01
P-02	0.0081	0.01
PR-02	0.008	0.01
P-03	0.0063	0.01
PR-03	0.0063	0.01
CP – Llachon*	0.0175	0.01
CP - San cristobal*	0.0477	0.01
CP - Llancaco grande*	0.0195	0.01

\*Evaluación MINSA (2022)

A manera de discusión de resultados, se presenta la tabla 10 donde en el centro poblado de Yapura, que fueron los 3 puntos de monitoreo en dicha investigación se alcanzaron a un máximo de 0.0081 mg/L, y un mínimo de 0.0051 mg/L ambos valores por debajo de los límites máximos permisibles. La investigación del Ministerio de salud (MINSA) determinó que el centro poblado de lechón se tuvo un total de 0.0 175 mg/L que

sobrepasa el límite máximo permisible estipulado en el reglamento de calidad de agua de consumo humano. Asimismo, en el centro poblado de San Cristóbal se alcanzó el máximo valor récord de 0.0477 mg/L de concentración de arsénico lo cual es cuatro veces mayor al límite máximo permisible, es decir que estas aguas no están aptas para consumo humano, de la misma forma en el centro poblado de Llacaco grande se llegó a medir la concentración del arsénico hasta 0.0195 mg/L siendo también 1 de los valores por encima de los límites máximos permisibles, a mayor ilustración dicho análisis comparativo con otros centros poblados y nuestra investigación se muestra en la figura 6. Finalmente, analizando los resultados se decide rechazar la hipótesis alterna ( $H_a$ ) y aceptar la hipótesis nula, concluyendo que el nivel de concentración de Arsénico (As) no es superior a los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.



**Figura 06:** Análisis comparativo de la concentración de Arsénico (As) con otros centros poblados de Capachica basado en el Límite Máximo Permisible (LMP)

A este análisis comparativo de discusión de resultados con los centros poblados del mismo distrito de Capachica se incrementan los estudios de Percca (2021) donde determina una concentración igual a 0.0232 mg/L en el anexo Collana II en la jurisdicción de Viscachani I, hola dicho valor supera los límites máximos permisibles, de la misma forma la investigación de Mamani (2019), y la investigación de Huilca y Apaza (2019) determinan concentraciones de arsénico por muy encima de los límites máximos permisibles en la ciudad de Juliaca siendo estas investigaciones muy cercanas a nuestra investigación a pocos kilómetros del distrito de Capachica. A nivel nacional, se hicieron varios estudios sobre los problemas de concentración de arsénico evaluando en pozos subterráneos en las cuales muchas veces miren el efecto de la concentración de arsénico con las propiedades físicas del agua como es el pH, dureza total, conductividad eléctrica en los cuales se alcanza el mínimo efecto posible.

La investigación de Pauta-Calle, et al. (2021) menciona que se evaluó pozos para consumo humano y en los ríos para cultivos en lo cual se encontró altas concentraciones de arsénico tenían una relación de concentración del arsénico y el pH del río concluyendo que los pozos y páramos son libres de metales pesados como el arsénico mientras que en los ríos se encontraron niveles superiores a los límites máximos permisibles, lo cual quiere decir que el nivel de concentración del arsénico en los ríos es más alto que en los pozos.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** El nivel de contaminación por Arsénico (As) es mínimo en agua de pozos para consumo humano, siendo el máximo valor de Arsénico (As) determinado en 0.0081 mg/L en los puntos de muestreo, los cuales se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles del agua en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

**SEGUNDA:** Los parámetros químicos y biológicos del agua de pozos para consumo humano se encuentran dentro de los límites máximos permisibles y están catalogados como aptos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

**TERCERA:** La concentración de Arsénico (As) tiene un efecto muy bajo en la variación de las propiedades biológicas del agua de pozos para consumo humano, donde se alcanzó a medir mediante  $r$  de Pearson, una correlación de 0.5 de coeficiente entre las dos variables y un coeficiente de terminación ajustada de 0.2, en el ámbito de las propiedades químicas el efecto es nulo en las aguas de pozo del centro poblado de Yapura - Capachica, 2023

**CUARTA:** La concentración de Arsénico (As) fue de 0.0051 mg/L y 0.0081 mg/l en los puntos de muestreo, los cuales se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.

## RECOMENDACIONES

PRIMERA. Se recomienda a la juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS) y al área de saneamiento ambiental de la DIRESA realizar un análisis sistemático de los parámetros fisicoquímicos y las concentraciones del agua subterránea, especialmente las concentraciones de arsénico, en relación con el consumo de agua.

SEGUNDA. Se recomienda que las juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS) y el municipio distrital de Capachica realizan semestralmente los estudios químicos y biológicos en las zonas aledañas del centro poblado de Yapura.

TERCERA. Se recomienda a las autoridades competentes como el JASS, establecimiento de salud área de saneamiento ambiental, municipio Distrital de Capachica y a la DIRESA Puno realizar análisis de concentración de arsénico en el agua subterránea en las áreas cercanas al centro poblado de Yapura cada semestre, ya que la población consume el agua de forma directa e indirecta, lo que puede causar dolores estomacales, vómitos y diarrea en niños y personas adultas.

CUARTA. Al municipio distrital de Capachica debería realizar proyectos de ampliación de agua potable en las zonas aledañas del centro poblado de Yapura, esto ayudaría a concientizar y mejorar la salud de la población y el establecimiento de salud realizar campañas de salud, para realizar descarte de arsénico en los niños y/o personas mayores, y por último organizar capacitaciones a las familias y público en general que residen en el C.P. Yapura para que puedan tener una buena concientización en el uso de agua segura.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano, M., & Delgado, V. (2020). Contaminación natural por arsénico en las aguas subterráneas de la comunidad rural La Fuente para sugerir y promover el uso de fuentes alternativas de agua segura municipio La Paz Centro León Nicaragua. *Revista Torreón Universitario*, 8(23), 58 - 72.
- Atencio, H. (2018). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco - 2018. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco.
- Bellido, R. (2021). Evaluación del agua subterránea del sector de remanso de Caharacoto Arequipa factibilidad del uso del agua consumo humano. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Camargo, A., & Camacho, J. (2019). Convivir con el agua. *Revista Colombiana de Antropología*, 55(1), 6 - 28. [https://doi.org/https://doi.org/10.22380/2539472X.567](https://doi.org/10.22380/2539472X.567)
- Cano, T. (2019). Determinación de la concentración de arsénico (As) total en las aguas subterráneas de pozos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de mitigación. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Carretero - Rivera, M. (2016). Hidrogeoquímica de aguas subterráneas de un sector de la Cuenca del Duero con altos niveles de arsénico. [Tesis de posgrado]. Universidad de Valladolid, España.
- D.S.N°031-2010-SA. (2010). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Dirección General de Salud Ambiental DIGESA.
- Diáz, H. (2021). Caracterización de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua de consumo humano, procedente del pozo tubular en el asentamiento humano Alan SISLEY, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo - Ucayali 2021. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa.

- Duarte, F. (2019). Calidad del agua para consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en el cantón la maná, provincia Cotopaxi. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador.
- Editorgc, G. (2018). Contaminación minera en los ríos de Puno . Gaceta Institucional: <https://gacetaconstitucional.com.pe/index.php/2018/02/09/contaminacion-minera-en-los-rios-de-puno/#:~:text=El%20origen%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n, en%20la%20comunidad%20de%20Chacapalca>.
- Fano, D. A. (2021). Exposición a Arsénico en agua potable, metabolismo, y sus efectos sobre los resultados perinatales en Tacna, OPerú. [Tesis postgrado]. Universidad Cayetano Heredia, Lima.
- García, K. (2022). Evaluación del comportamiento físico químico para determinar la calidad del agua, usada para riego, consumo humano y bebida de animales, proveniente del canal Biaggio Arbulú, Castilla - Piura. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Piura, Piura.
- Gómez - Duarte, O. (2018). Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. Revista de la Facultad de Medicina, 66(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775>
- Huamancayo, G. (2019). Parámetros fisicoquímicos del agua de la Laguna de los milagros del distrito de pueblo nuevo. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
- Huillca, M., & Apaza, L. (2019). Evaluación de la concentración de Arsénico en aguas collana subterráneas para consumo humano en la Asociación Nueva Jerusalén, Juliaca - Puno. [Tesis de pregrado]. Universidad Peruana Unión, Juliaca.
- Iberdrola. (2019). La contaminación del agua: cómo no poner en peligro nuestra fuente de vida. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contaminacion-del-agua>
- Ley N° 17752. (1969). Ley General de Aguas.
- Ley N°28611. (2005). Ley General del Ambiente.
- Ley N° 29338. (2009). Ley de recursos hídricos. El Peruano.

- Mamani, W. (2019). Contaminación de las aguas subterráneas por arsénico en el caso del distrito de Juliaca Perú. *Revista de Investigación Científica ÑAWPARISUN*, 1(4).
- Marquez, J. (2022). Determinación de concentraciones de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Végueta-Huaura, Lima en el periodo 2017-2018. [Tesis de pregrado]. Universidad Católica sedes Sapientiae, Huaura.
- Medina-Pizzali, M., Robles, P., Mendoza, M., & Torres, C. (2018). Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. *Revista Peru Med Exp Salud Pública*, 35(1), 93 - 102. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.351.3604>
- MINAM. (2016). Aprende a prevenir los efectos del mercurio . Gráfica39 S. A. C.
- MuniCapachica. (2021). Municipalidad distrital de Capachica . [https://www.peru.gob.pe/Nuevo\\_Portal\\_Municipal/portales/Municipalidades/1627/entidad/pm\\_municipalidad.asp](https://www.peru.gob.pe/Nuevo_Portal_Municipal/portales/Municipalidades/1627/entidad/pm_municipalidad.asp)
- OMS. (marzo de 2022). Agua para consumo humano. Datos y cifras: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- OMS. (7 de diciembre de 2022). Arsénico. Panorama general problemas de Arsénico: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
- OPS. (2007). Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre. Organización Panamericana de Salud.
- Pauta-Calle, G., Velasco-Heras, M., Vásquez-Guillén, G., Abril-Torres, A., & Torres-Inga, S. (2021). Análisis y evaluación de riesgos de arsénico en las fuentes de agua de las ciudades de Cuenca y Azogues, Ecuador. *Revista Maskana*, 12(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.18537/mskn.12.02.08>
- Percca, N. (2021). Evaluación de la contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano, anexo Collana II, distrito Huata, 2021. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada San Carlos, Puno.
- Stynze, J. (2021). Evaluación de la contaminación por arsénico y plaguicidas en las aguas subterráneas de las comunidades de Tecuanamey El Papalonal ubicadas

en el municipio de La Paz Centro Departamento de León-2016. Revista Torreón Universitario, 10(28). <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/rtu.v10i28.11532>

Torres, R. (2022). Determinación de la contaminación por arsénico (AS) en agua de pozos tipo caisson para consumo humano, sector Pacochuma distrito de Umachiri - 2022. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada de San Carlos, Puno.

Villa- Gonzales, G., Humaní-Pacsi, C., Chávez-Ruiz, M., & Huamaní-Azorza, J. (2018). Evaluación de la remoción de arsénico en agua superficial utilizando filtros domiciliarios. Revista Perú. med. exp. salud publica, 35(4). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.354.3715>

Zoila, M. (2019). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano del distrito de Oxamarca - Celendín. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Cajamarca, Cajamarca.

## ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
<p><b>1.1.1 Problema general</b> ¿Cuál es el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023?</p> <p><b>1.1.2 Problemas específicos</b> ¿Cuáles son los parámetros químicos y biológicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023?</p> <p>¿De qué manera la concentración de Arsénico (As) afecta en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023?</p> <p>¿Cuál es el nivel de concentración de Arsénico (As) comparados con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Analizar los parámetros químicos y biológicos del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023</p> <p>Determinar el efecto de la concentración de Arsénico (As) en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023</p> <p>Comparar el nivel de concentración de Arsénico (As) con los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano es alto en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b> Los parámetros químicos y biológicos de pozos para consumo humano no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023</p> <p>La concentración de Arsénico (As) tiene efecto positivo en la variación de las propiedades químicas y biológicas del agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023</p> <p>El nivel de concentración de Arsénico (As) es superior a los límites máximos permisibles en agua de pozos para consumo humano en el centro poblado de Yapura - Capachica, 2023.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Contaminación por Arsénico (As)</p> <p><b>Variable dependiente</b> Propiedades del agua</p>	<p>Concentración de Arsénico (As)</p> <p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades Químicas</p> <p>Propiedades Biológicas</p>	<p><b>Tipo:</b> Descriptivo analítico</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental</p> <p><b>Población/ muestra</b> 3 puntos de muestreo por 2 réplica más un blanco, total 7 muestras</p> <p><b>Técnica:</b> <b>Observación y análisis experimental</b></p> <p><b>Instrumentos:</b> Guía de campo y ficha de observación</p> <p><b>Procesamiento:</b> Excel 365</p>

## Anexo 02: Reporte del nivel de concentración de arsénico de Laboratorio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-055**



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Pruebas  
Acreditado

Registro N° LE-055

**INFORME DE ENSAYOS N° 2662 - 2023**  
**PÁGINA 1 DE 2**

<b>SOLICITANTE</b>	: GLADYS LIZBETH ARPASI CURASI
<b>DIRECCIÓN</b>	: AV. EMANCIPACIÓN - PUNO
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	: AGUA SUBTERRÁNEA
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	: Líquido transparente.
<b>CODIFICACIÓN / MARCA</b>	: MAP-01 / P-01
<b>DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE</b>	: 01/06/2023 12:00 rocedencia: Centro Poblado de Yapura, Distrito de Capachica - Puno, E-412782.59, N- 8264269.96.
<b>TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA</b>	: 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 01 envase PET de 1000 mL y 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u. para análisis FQ.
<b>PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN</b>	: En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.
<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
<b>CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA</b>	: Ninguna (por ser muestra única)
<b>FECHA PRODUCCIÓN</b>	: No especificada
<b>FECHA DE VENCIMIENTO</b>	: No especificada
<b>CONTRATO N°</b>	: 0900-2023
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 02/06/2023

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

**Av. Quífonos B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú**  
**Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110**  
**e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com**

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2662- 2023  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUBTERRÁNEA MAP-01 / P-01	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)**	<1.8	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)***	<1.0	mg/L
FQ	Elemento As*	<0.0052	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	< 3	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro  
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group; Fecal Coliform Procedures (EC Medium)  
Numeración de Escherichia coli (NMP) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group; Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate  
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág. 5.2 a 5.7, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.  
Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 3030, Method 3114-C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method, 23rd Ed. 2017.  
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 5220-D, 23rd Ed. 2017. Closed-Reflux, Colorimetric Method

OBSERVACIONES :

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA  
\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):  
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método  
Coliformes Termotolerantes o Fecales y E. coli. Max. 6 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 02/06/2023 al 14/06/2023

MB 02/06/2023 al 09/06/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 15/06/2023



Blgo. Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico

Fin del Informe

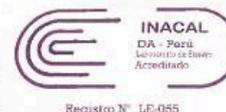
PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Págs: 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2663- 2023  
PÁGINA 1 DE 2

**SOLICITANTE** : GLADYS LIZBETH ARPASI CURASI

**DIRECCIÓN** : AV. EMANCIPACIÓN - PUNO

**PRODUCTO DECLARADO** : AGUA SUBTERRÁNEA

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Líquido transparente.

**CODIFICACIÓN / MARCA** : MAPR-01 / PR-01

**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 01/06/2023 12:23 Procedencia: Centro Poblado de Yapura, Distrito de Capachica - Puno. E-412782.59, N- 8264269.96.

**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 01 envase PET de 1000 mL y 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u. para análisis FQ.

**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.

**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)

**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada

**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada

**CONTRATO N°** : 0900-2023

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 02/06/2023

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: G1 / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2663- 2023  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUBTERRÁNEA MAPR-01 / PR-01	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales**	<1,8	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)**	<1,8	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**	<4,0	mg/L
FQ	Elemento As*	<0,0051	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	< 3	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros  
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pág. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium)  
Numeración de Escherichia coli (NMP) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pág. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group: Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.  
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág. 5.2 a 5.7, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.  
Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 3003, Method 3114-C, Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method, 23rd Ed. 2017.  
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA  
\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):  
Coliformos Termotolerantes o Fecales y E. coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<6°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.  
Cualquier valor precedido por "\*" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 02/06/2023 al 14/06/2023  
MB 02/06/2023 al 09/06/2023  
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 15/06/2023



Blgo. Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2664-2023  
PÁGINA 1 DE 2

<b>SOLICITANTE</b>	: GLÁDYS LIZBETH ARPASI CURASI
<b>DIRECCIÓN</b>	: AV. EMANCIPACIÓN - PUNO
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	: AGUA SUBTERRÁNEA
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	: Líquido transparente.
<b>CODIFICACIÓN / MARCA</b>	: MAP-02 / P-02
<b>DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE</b>	: 01/06/2023 12:49 Procedencia: Centro Poblado de Yapura, Distrito de Capachica - Puno. E-412678.62, N- 8263894.40
<b>TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA</b>	: 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 01 envase PET de 1000 mL y 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u. para análisis FQ.
<b>PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN</b>	: En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.
<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
<b>CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA</b>	: Ninguna (por ser muestra única)
<b>FECHA PRODUCCIÓN</b>	: No especificada
<b>FECHA DE VENCIMIENTO</b>	: No especificada
<b>CONTRATO N°</b>	: 0900-2023
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 02/06/2023

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-06-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2664- 2023  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUBTERRÁNEA MAP-02 / P-02	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales**	2.0	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)**	2.0	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO )**	4.2	mg/L
FQ	Elemento As*	<0.0081	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	< 3	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro  
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group; Fecal Coliform Procedures (EC Medium)  
Numeración de Escherichia coli (NMP) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group; Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.  
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pag. 5.2 a 5.7, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.  
Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 3000, Method 3114-C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method, 23rd Ed. 2017.  
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 5220-D, 23rd Ed. 2017. Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA  
\*\* Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):  
Coliformos Termotolerantes o Fecales y E. coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.  
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 02/06/2023 al 14/06/2023  
MB 02/06/2023 al 07/06/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 15/06/2023



Blgo. Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-08-F-05-E Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2665- 2023  
PÁGINA 1 DE 2

<b>SOLICITANTE</b>	: GLÁDYS LIZBETH ARPASI CURASI
<b>DIRECCIÓN</b>	: AV. EMANCIPACIÓN - PUNO
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	: AGUA SUBTERRÁNEA
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	: Líquido transparente.
<b>CODIFICACIÓN / MARCA</b>	: MAPR-02 / PR-02
<b>DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE</b>	: 01/06/2023 13:00 Procedencia: Centro Poblado de Yapura, Distrito de Capachica - Puno, E-412678.62, N- 8263894.40
<b>TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA</b>	: 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 01 envase PET de 1000 mL y 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u. para análisis FQ.
<b>PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN</b>	: En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.
<b>CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
<b>CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA</b>	: Ninguna (por ser muestra única)
<b>FECHA PRODUCCIÓN</b>	: No especificada
<b>FECHA DE VENCIMIENTO</b>	: No especificada
<b>CONTRATO N°</b>	: 0900-2023
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 02/06/2023

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos percibibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-E Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 2665- 2023  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUBTERRÁNEA MAPR-02 / PR-02	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)**	<1.8	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**	<4.0	mg/L
FQ	Elemento As*	<0.008	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<3	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros  
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium)

Numeración de Escherichia coli (NMP) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pag 5.2 a 5.7, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test

Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 3000, Method 3114-C, Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method, 23rd Ed. 2017

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA  
\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente).  
Coliformes Termotolerantes o Fecales y E. coli. Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T < 8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.  
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 02/06/2023 al 14/06/2023  
MB 02/06/2023 al 08/06/2023  
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 08/06/2023



BHIOS LABORATORIOS  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055

Blgo. Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2666- 2023  
PÁGINA 1 DE 2

**SOLICITANTE** : GLADYS LIZBETH ARPASI CURASI  
**DIRECCIÓN** : AV. EMANCIPACIÓN - PUNO  
**PRODUCTO DECLARADO** : AGUA SUBTERRÁNEA  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Líquido transparente.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : MAP-03 / P-03  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 01/06/2023 13:37 Procedencia: Centro Poblado de Yapura, Distrito de Capachica - Puno, E-412472.51, N- 8263417.31  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 01 envase PET de 1000 mL y 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u. para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 0900-2023  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 02/06/2023

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
 Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2666- 2023  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUBTERRÁNEA MAP-03 / P-03	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales**	<1,8	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)**	<1,8	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**	4,0	mg/L
FQ	Elemento As*	<0,0063	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<3	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros  
mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedures (EC Medium)  
Numeración de Escherichia coli (NMP) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.  
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pag. 5.2 a 5.7, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 day BOD Test.  
Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method 3114-C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. 23rd Ed. 2017.  
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220-D. 23rd Ed. 2017. Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA  
\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente)  
Coliformos Termotolerantes o Fecales y E. coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T=8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.  
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 02/06/2023 al 14/06/2023

MB 02/06/2023 al 09/06/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 15/06/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-09-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2667- 2023  
PÁGINA 1 DE 2

**SOLICITANTE** : GLADYS LIZBETH ARPASI CURASI  
**DIRECCIÓN** : AV. EMANCIPACIÓN - PUNO  
**PRODUCTO DECLARADO** : AGUA SUBTERRÁNEA  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Líquido transparente.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : MAPR-03 / PR-03  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 01/06/2023 13:53 Procedencia: Centro Poblado de Yapura, Distrito de Capachica - Puno, E-412472.51, N- 8263417.31  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 01 envase PET de 1000 mL y 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 02 envases PET de 500 mL c/u, para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envases de vidrio y PET cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 0900-2023  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 02/06/2023

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-06-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 2667- 2023  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUBTERRÁNEA MAPR-03 / PR-03	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales**	<1.8	NMP/100mL
MB	Numeración de Escherichia coli (NMP)**	<1.8	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO )**	5.8	mg/L
FQ	Elemento As*	<0.0063	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	< 3	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro  
NMP/100mL : Numero más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple Tube Fermentation technique for members of the coliform group; Fecal Coliform Procedures (EC Medium)  
Numeración de Escherichia coli (NMP) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-F, Pag. 10-11, 23rd Ed. 2017. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group; Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate.  
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pag 5.2 a 5.7, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.  
Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method 3114-C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. 23rd Ed. 2017.  
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D. 23rd Ed. 2017. Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA  
\*\*Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):  
Coliformos Termotolerantes o Fecales y E. coli: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra recepcionada con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.  
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 02/06/2023 al 14/06/2023

MB 02/06/2023 al 09/06/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 15/06/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRF-08-F-05-E Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

**Anexo 03:** Límites máximos permisibles (LMP) del reglamento de calidad de agua para consumo humano}

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

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

UFC = Unidad formadora de colonias

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



### LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

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

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad



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

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Niquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015

Anexo 04: Evidencias fotográficas

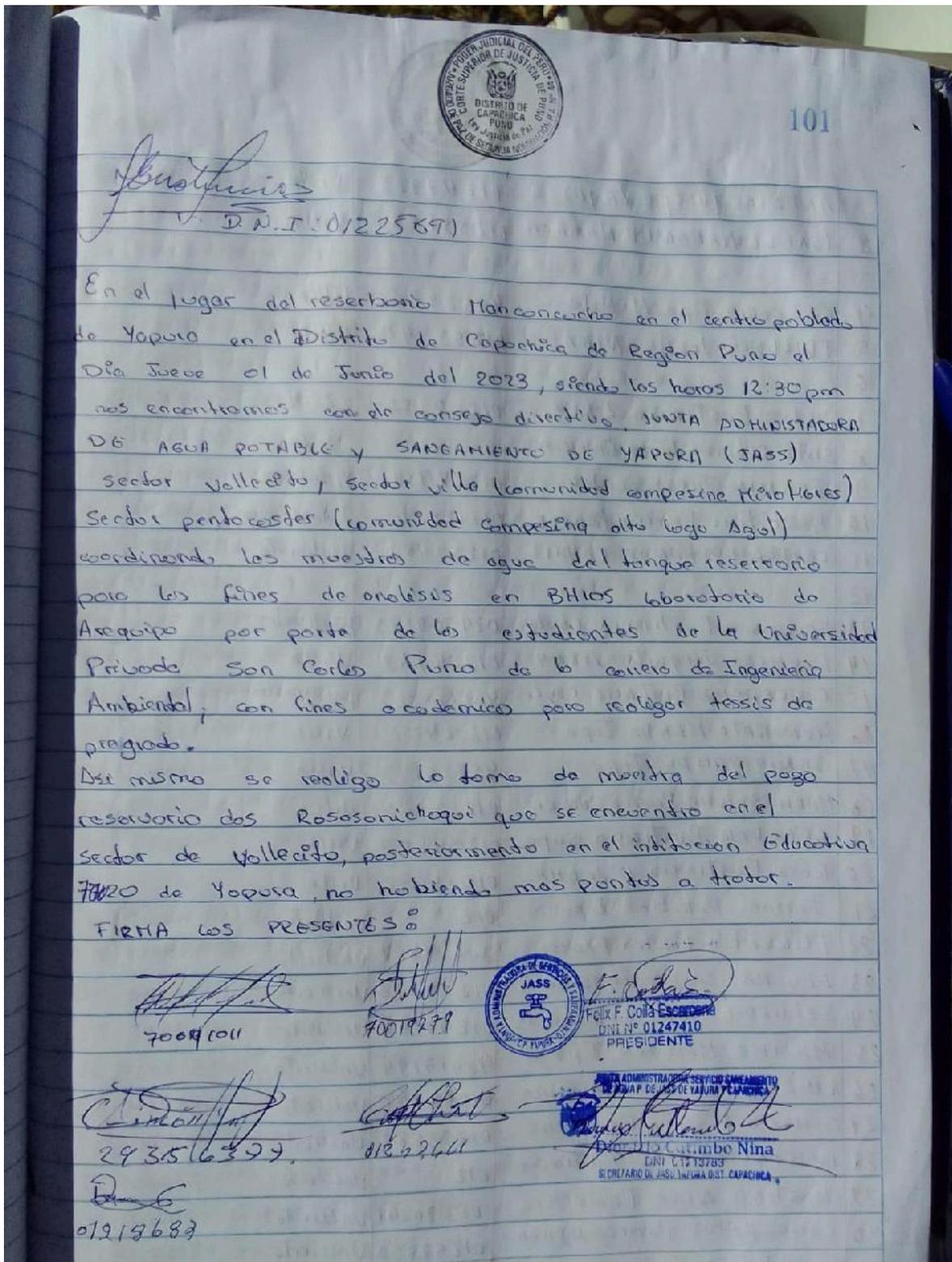


Figura 07: Se realizó un acta junto con la junta administrativa de agua potable (JASS) para que tenga conocimiento.



**Figura 08:** Recolección del agua del pozo subterráneo para realizar la muestra



**Figura 09:** Análisis in situ de la muestra del agua del pozo con el multiparamétrico



**Figura 10:** Análisis de agua in situ con el medidor multiparámetro



**Figura 11:** Recolección de muestra de agua para enviar al laboratorio



**Figura 12:** Esperando para hacer la recolección de muestra de agua para el envío al laboratorio



**Figura 13:** Cerrando el envase recolectado de agua para hacer el envío al laboratorio



**Figura 14:** Muestra recogida y envío a laboratorio



**Figura 15:** Recolectando el agua para el análisis en laboratorio