



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AMBIENTAL Y FORESTAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**"PERCEPCIÓN LOCAL Y CALIDAD DEL AGUA DE LA FUENTE DE
CAPTACIÓN Y DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN JULIACA-
2023"**

Bach. Leodan Coaquira Pacheco

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**

Asesor: M. Sc. Hugo Apaza Aquino



JULIACA, PERÚ

2024





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Y FORESTAL**



**“PERCEPCIÓN LOCAL Y CALIDAD DEL AGUA DE LA FUENTE
DE CAPTACIÓN Y DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN
JULIACA- 2023”**

Bach. Leodan Coaquira Pacheco

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**

Asesor: M. Sc. Hugo Apaza Aquino



JULIACA, 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Y FORESTAL**



**“PERCEPCIÓN LOCAL Y CALIDAD DEL AGUA DE LA FUENTE
DE CAPTACIÓN Y DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN
JULIACA- 2023”**

Bach. Leodan Coaquira Pacheco

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL**

Asesor: M. Sc. Hugo Apaza Aquino

Juliaca, 2024

Coaquira, L. (2024) *Percepción local y calidad de agua de la fuente de captación y del suministro de agua potable en Juliaca – 2023*, (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Juliaca.

AUTOR: Leodan Coaquira Pacheco

TÍTULO: Percepción local y calidad de agua de la fuente de captación y del suministro de agua potable en Juliaca – 2023.

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2024

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (189)

NOTA: Tesis (**Escuela profesional de Ingeniería Ambiental y Forestal**) - Universidad Nacional de Juliaca.

CÓDIGO: 01-000037-01/C72

NOTA: Incluye bibliografía.

ASESOR: M. Sc. Hugo Apaza Aquino

PALABRAS CLAVE: Agua potable, calidad del agua, contaminación hídrica, percepción ambiental y salubridad hídrica.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y FORESTAL

**“PERCEPCIÓN LOCAL Y CALIDAD DEL AGUA DE LA FUENTE DE
CAPTACIÓN Y DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN JULIACA-
2023”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL

Presentado por:

Bach. Leodan Coaquira Pacheco

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Wile Mamani Navarro

PRESIDENTE DE JURADO



M.Sc. Eliana Mullisaca Contreras

JURADO (secretario)



2° MIEMBRO

M.Sc. Cesar Enrique Yupanqui Bendita

JURADO (vocal)



3° MIEMBRO



M. Sc. Hugo Apaza Aquino
ASESOR DE TESIS

NOMBRE DEL TRABAJO

PERCEPCIÓN LOCAL Y CALIDAD DEL AGUA DE LA FUENTE DE CAPTACIÓN Y DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN JU

AUTOR

Leodan Coaquira Pacheco

RECUENTO DE PALABRAS

40141 Words

RECUENTO DE CARACTERES

199814 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

190 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.3MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 15, 2024 8:31 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 15, 2024 8:33 AM GMT-5

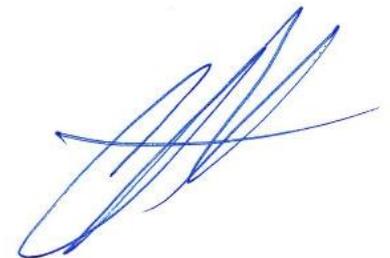
● **9% de similitud general**

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

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



DEDICATORIA

*A Dios por acompañarme en este camino de la vida, por darme salud,
motivación y coraje para enfrentar las adversidades.*

*A mis ejemplos de vida (padres), Eudel Coaquira Ito y Nancy Pacheco
Mamani, por sus consejos, enseñanzas y por ser mi ejemplo de
superación y grandeza.*

*A mis docentes de la Universidad Nacional de Juliaca, por el deseo
de superación y por los conocimientos impartidos para luego lograr
el presente proyecto de investigación.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Juliaca (alma mater) y a la Escuela de Ingeniería Ambiental y Forestal por la oportunidad brindada durante los años de formación profesional.

Al M. Sc. Hugo Apaza Aquino, asesor y guía de esta investigación, por su incansable apoyo incesante en la formulación y ejecución del proyecto de Tesis.

A los distinguidos jurados, por la atención, motivación, interés y crítica necesarios para la realización de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1. El problema de investigación.....	4
1.2. La pregunta de investigación.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.4.1. Justificación social.....	6
1.4.2. Justificación ambiental.....	7
1.4.3. Justificación económica.....	7
1.4.4. Justificación técnica.....	7
CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	9
2.1.3. Antecedentes regionales.....	11
2.2. Marco teórico.....	12
2.2.1. El agua.....	12

2.2.2.	Importancia del agua	13
2.2.3.	Contaminación del agua	13
2.2.4.	Enfermedades de origen hídrico	14
2.2.5.	Calidad del agua	15
2.2.6.	Características fisicoquímicas del agua.....	16
2.2.7.	Características microbiológicas del agua	19
2.2.8.	Salubridad hídrica.....	20
2.2.9.	Agua potable.....	21
2.2.10.	Fuente de captación para potabilización	21
2.2.11.	Río Coata	22
2.2.12.	Percepción ambiental	23
2.2.13.	Técnicas para la determinación de la percepción	23
2.2.14.	Seda Juliaca.....	24
2.2.15.	Marco legal	24
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS		25
3.1.	Ámbito de estudio.....	25
3.2.	Tipo, nivel y diseño de investigación	26
3.3.	Población y muestra	26
3.3.1.	Población	26
3.3.2.	Tamaño de muestra.....	26
3.4.	Materiales y reactivos.....	32
3.4.1.	Reactivos	32
3.4.2.	Equipos	32
3.4.3.	Materiales	32
3.5.	Hipótesis de la investigación	33
3.5.1.	Hipótesis general	33

3.5.2.	Hipótesis específicas.....	33
3.6.	Metodología.....	33
3.6.1.	Evaluación de la percepción local sobre la calidad del agua de la fuente de captación y del agua potable suministrada	33
3.6.2.	Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación	36
3.6.3.	Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable suministrada a domicilio	39
3.7.	Prueba estadística	42
3.7.1.	Percepción local.....	42
3.7.2.	Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación y del agua potable domiciliario	42
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		44
4.1.	Percepción local sobre la calidad del agua de la fuente de captación y del agua potable suministrada.....	44
4.1.1.	Percepción local sobre la calidad del agua de la fuente de captación	44
4.1.2.	Percepción local sobre la calidad del agua potable domiciliario.....	46
4.2.	Concentraciones de las características fisicoquímicas y microbiológicas en la fuente de captación	48
4.2.1.	Análisis de varianza de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación	57
4.3.	Concentraciones de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable suministrada a domicilio.....	58
4.3.1.	Análisis de varianza de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable domiciliario	65
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
5.1.	Conclusiones.....	68
5.2.	Recomendaciones	69

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de contaminantes según el origen del agua contaminada.....	14
Tabla 2 Enfermedades de origen hídrico	15
Tabla 3 Zonas de distribución de las muestras	28
Tabla 4 Coordenadas UTM de los puntos de muestreo.....	29
Tabla 5 Recomendación del número mínimo de puntos de muestreo en la red de distribución	30
Tabla 6 Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de agua potable domiciliario	31
Tabla 7 Escala de interpretación y baremación para la percepción de la calidad del agua (fuente de captación)	36
Tabla 8 Escala de interpretación y baremación para la calidad del agua (potable).....	36
Tabla 9 Métodos empleados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la fuente de captación	38
Tabla 10 Métodos empleados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable domiciliario	41
Tabla 11 Percepción de las dimensiones que determinan la calidad del agua (río Coata) ..	44
Tabla 12 Percepción sobre la calidad del agua de la fuente de captación	45
Tabla 13 Percepción de las dimensiones que determinan la calidad del agua potable.....	47
Tabla 14 Percepción sobre la calidad del agua potable domiciliario	47
Tabla 15 Resumen de las concentraciones de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación.....	49
Tabla 16 ANOVA para los valores de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación	58
Tabla 17 Resumen de las concentraciones de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable domiciliario.....	59
Tabla 18 ANOVA para los valores de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable domiciliario	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del agua.....	12
Figura 2. Mapa de ubicación del río Coata Juliaca.....	22
Figura 3. Mapa de ubicación del área de estudio	25
Figura 4. Mapa de las zonas de distribución de las muestras de percepción local.....	28
Figura 5. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en la fuente de captación	29
Figura 6. Ubicación de los puntos de muestreo del suministro de agua potable.....	31
Figura 7. Diagrama de flujo del instrumento de recolección encuesta y aplicación	34
Figura 8. Diagrama de flujo de muestreo de la fuente de captación y análisis	37
Figura 9. Diagrama de flujo de muestreo del agua potable domiciliario y análisis	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estándares de Calidad Ambiental para agua D. S. N° 004-2017-MINAM, categoría 1: Poblacional y recreacional, subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	92
Anexo 2. Límites Máximos Permisibles DS N° 031-2010-SA-DIGESA-MINSA.....	94
Anexo 3. Procedimientos de los métodos normalizados para el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.....	95
Anexo 4. Resultados de parámetros fisicoquímicos de la fuente de captación	104
Anexo 5. Resultados de metales pesados de la fuente de captación.....	107
Anexo 6. Resultados de parámetros microbiológicos de la fuente de captación.....	107
Anexo 7. Resultados de parámetros fisicoquímicos del agua potable suministrada	109
Anexo 8. Resultados de metales del agua potable suministrada	114
Anexo 9. Resultados de parámetros microbiológicos del agua potable suministrada.....	115
Anexo 10. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk de parámetros de la fuente de captación	118
Anexo 11. Resultados de las Pruebas de Tukey de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la fuente de captación	119
Anexo 12. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk de parámetros del agua potable suministrada a domicilio.....	120
Anexo 13. Resultados de las pruebas de Tukey de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable domiciliario.	122
Anexo 14. Encuesta para la determinación de la percepción local	124
Anexo 15. Guía de entrevista	128
Anexo 16. Panel fotográfico.....	130
Anexo 17. Formato de registro de datos en campo	141
Anexo 18. Registro de envío de muestras al laboratorio BHIOS	142
Anexo 19. Análisis de metales totales de la fuente de captación	143
Anexo 20. Análisis de metales totales del agua potable domiciliario	155

RESUMEN

La contaminación progresiva del agua y la débil gestión pública en las ciudades suponen amenazas en la salubridad hídrica de la población como del entorno ambiental. La investigación tuvo por objetivo determinar la percepción local y calidad del agua de la fuente de captación y del suministro de agua potable en Juliaca 2023. Los datos perceptivos se recopilaban a través de la encuesta (n=196) (mayo-julio 2023) aleatoriamente; por otro lado, se analizaron muestras de agua de la fuente de captación (3 puntos) y agua potable (6 puntos) en mayo, junio y julio mediante los métodos SMEWW-APHA. Del análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (fuente de captación) el OD (1.55 mg/L) y As (0.0219 mg/L) no cumplen el ECA para aguas categoría IA2 y conforme a la percepción el 52.55% de la población evaluada considera que la calidad del agua es mala, reflejando una percepción objetiva; por otro lado las características del agua potable fueron: pH (7.74), CE (994.94 μ S/cm), cloro residual (1.54 mg/L), dureza (190.56 mg/L), Pb (0.0073 mg/L), Fe (0.116 mg/L), Al (0.52 mg/L), As (0.0146 mg/L) y OVL (2 org./L), de ellos el Al, As y OVL exceden el LMP del D.S. N°031-2010, mientras que la percepción indica que el 47.96% de los encuestados considera que la calidad del agua potable es regular. En conclusión, la calidad del agua (fuente de captación) es deficiente puesto que el As sobrepasa el ECA de aguas sometidas a un tratamiento convencional y la población percibe que el agua es de baja calidad, asimismo, en agua potable el Al, As y OVL sobrepasan el LMP, lo cual es atribuido al deterioro de las tuberías (redes de distribución) dado que el agua tratada en la salida de la planta cumple con la normativa, además la población percibe que la calidad es regular.

Palabras clave: Agua potable, calidad del agua, contaminación hídrica, percepción ambiental y salubridad hídrica.

ABSTRACT

The progressive contamination of water and weak public management in the cities pose threats to the water health of the population and the environment. The objective of the research was to determine the local perception and water quality of the catchment source and drinking water supply in Juliaca 2023. Perceptual data were collected through the survey (n=196) (May-July 2023) randomly; on the other hand, water samples from the catchment source (3 points) and drinking water (6 points) were analyzed in May, June and July using SMEWW-APHA methods. From the analysis of the physicochemical and microbiological parameters (catchment source) the DO (1.55 mg/L) and As (0.0219 mg/L) do not meet the ECA for category IA2 waters and according to the perception 52.55% of the population evaluated considers that the water quality is poor, reflecting an objective perception; on the other hand, the characteristics of the drinking water were: pH (7.74), EC (994.94 μ S/cm), residual chlorine (1.54 mg/L), hardness (190.56 mg/L), Pb (0.0073 mg/L), Fe (0.116 mg/L), Al (0.52 mg/L), As (0.0146 mg/L) and OVL (2 org. /L), of which Al, As and OVL exceed the MPL of D.S. N°031-2010, while the perception indicates that 47.96% of the respondents consider that the quality of drinking water is regular. In conclusion, the quality of the water (catchment source) is poor since the As exceeds the ECA of water subjected to conventional treatment and the population perceives that the water is of low quality, likewise, in drinking water the Al, As and OVL exceed the LMP, which is attributed to the deterioration of the pipes (distribution networks) since the treated water at the outlet of the plant complies with the regulations, also the population perceives that the quality is regular.

Keywords: Drinking water, water quality, water contamination, environmental perception and water health.

INTRODUCCIÓN

La degradación de los recursos hídricos superficiales ya es un problema a escala mundial, siendo una de las consecuencias más notorias por efecto de las actividades antropogénicas (Santome, 2023), como la expansión urbana, el desarrollo, así como las prácticas agrícolas e industriales a escalas diferentes (Aveiga et al., 2019), el aumento de la contaminación de las fuentes de agua afecta en gran medida a la flora y fauna, pero principalmente a la salud de la población (Inquilla, 2020) e indirectamente al desarrollo de las sociedades ya que este recurso es uno de los ejes primordiales (Torres, 2023).

El agua es sustancial para la vida y todas las personas en general deberían de disponer de un suministro de agua para consumo satisfactorio (Berrocal & Pérez, 2021), ya que es un derecho acceder a una buena calidad de este recurso (Dueñas & Hinojosa, 2021), dado que en varios lugares del Perú muchas personas no cuentan con la calidad ni cantidad adecuada para cuidar su salud (Rodriguez et al., 2017), además según Ortiz-Gómez, Nuñez-Espinoza, & Mejía-Castillo (2019) la calidad del agua potable tanto en poblaciones urbanas y rurales ha ido mermando, esto genera una preocupación de la población e incluso puede generar conflictos entre los usuarios. (Pacheco et al., 2020).

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos definen la calidad del agua tanto de fuentes superficiales y de aguas para consumo humano en distribución de la ciudades (Teves, 2016), así también es muy importante ver la concentración de los metales pesados debido a la toxicidad de estos (Avalos, 2023), dado que pueden impactar en la salud de las personas. En Juliaca se tienen varias incidencias en la fuente de captación que es el río Coata, de todos principalmente por las descargas de efluentes domésticas directas por la población aledaña y por los residuos sólidos a cielo abierto que se encuentran en las riberas (Mamani, 2019).

En el punto de captación al igual que aguas arriba se encontraron residuos sólidos, materia fecal de animales como humanos y actividades de lavado (Radio y TV Mega Putina, 2020), además en la ciudad de Juliaca se presume una deficiente organización y despreocupación de las autoridades respecto a la calidad del agua (Radio Onda Azul AC., 2021), razones por el cual en la investigación se determina la percepción local y calidad del agua de la fuente de captación y del suministro de agua potable en Juliaca – 2023, considerando que el monitoreo de la calidad del agua potable es de necesidad fortalecer (Rukavishnikov et al., 2024).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. El problema de investigación

La degradación de la calidad del agua en fuentes superficiales ya es un problema que preocupa a nivel global (Obando et al., 2019), debido a que a través de los años se ha venido incrementando considerablemente, alterando el balance ecológico, aumentando la vulnerabilidad ambiental y comprometiendo la calidad de las fuentes de captación de agua potable en los asentamientos poblacionales (Brousett et al., 2018), el cual es provocado con mayor incidencia por las interferencias antrópicas, (Prince & Espinosa, 2021).

En el Perú también hay una reducción considerable de la calidad del agua (Briones & Castro, 2019), que determina una exposición generalizada de la población a un riesgo crónico en la salud que ya empieza a ser inmanejable (Villena, 2018), esto por falta de políticas y gestión eficiente del tratamiento de agua potable (Larios, Gonzáles, & Morales, 2015). La calidad del agua de las fuentes superficiales en la región, vienen presentando un peligro inminente por la contaminación, incluso algunas localidades fueron declaradas en emergencia (Gestión, 2021), debido a la ingesta de agua contaminada con sustancias químicas y microorganismos patógenos, las cuales pueden producir efectos inmediatos en la salud humana (Berrocal & Pérez, 2021).

El río Coata presenta problemas de contaminación por las aguas servidas que produce la ciudad de Juliaca, también es influenciado por el río Torococha y los residuos sólidos como: acumulaciones de desperdicios, residuos orgánicos e inorgánicos y desmontes de construcción (Mamani, 2019), por ende a lo largo y ancho de su cauce se observa una realidad muy desagradable, lo cual a primera vista representa un riesgo para la salud y el entorno ambiental (Cuno, 2021). Otro punto es que en la ciudad de Juliaca se presume una deficiente organización y despreocupación de las autoridades en cuanto a calidad del agua superficial y agua para consumo humano (Radio Onda Azul AC., 2021).

En Juliaca la calidad del servicio de agua brindado por las EPS es un tema de constante insatisfacción (Tito et al., 2020), atribuido a una posible percepción sesgada sobre la calidad del agua (Bustos et al., 2018), por otra parte la alteración de la fuente de captación (Río Coata) se asocia al crecimiento descomunal de la población afectando las fajas marginales, los cuales impactan en el recurso hídrico (Calderon & Barcena, 2023), puesto que Callasaca-Pacheco et al. (2022) reportó que aguas arriba del punto de captación el As 0.042 mg/L sobrepasó la normativa nacional, por otro lado Pineda et al. (2019) reportó valores elevados de coliformes totales (112 UFC/100 mL) en el punto de captación comprometiendo el entorno ambiental y la salud pública dado que en agua potable una exposición a contaminantes como metales pesados (Pb y As) pueden alterar el sistema nervioso central, cardiovascular, además problemas de cáncer de la piel, pulmones y riñones (Brossard et al., 2020), mientras que según Moreno-Montoya et al. (2022) los coliformes fecales son causantes de infecciones estomacales.

1.2. La pregunta de investigación

1.2.1. Problema general

¿Cuál será la percepción local y calidad del agua de la fuente de captación y del suministro de agua potable en la ciudad de Juliaca- 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo será la percepción local de las personas encuestadas sobre la calidad del agua de la fuente de captación y agua potable suministrada?
- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación?
- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable suministrada a domicilio?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la percepción local y calidad del agua de la fuente de captación y del suministro de agua potable en Juliaca- 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la percepción local sobre la calidad del agua de la fuente de captación y del agua potable suministrada.
- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación.
- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable suministrada a domicilio.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación social

La información perceptiva y el conocimiento sobre la calidad del agua por la población generalmente es dejada de lado (Rangecroft et al., 2023), lo cual en adelante puede generar conflictos sociales, además el acceso a este recurso con buena calidad es un derecho fundamental consagrado en el artículo 7A de la Constitución Política Peruana de 1993 (Palomino, 2023), sin embargo este derecho está siendo alterado a medida que diferentes consumidores beben agua de calidad inferior a la óptima (Larramendi, Millán & Plana, 2021), siendo necesario la determinación de la calidad del agua para consumo, así como de la fuente de abastecimiento, a la vez la percepción de los consumidores, para el control y la toma de decisiones políticas, permitiendo así el desarrollo de estrategias de gestión adaptadas a la realidad local (Rangecroft et al., 2023).

1.4.2. Justificación ambiental

Las actividades humanas en Juliaca liberan innumerables contaminantes nocivos a la fuente superficial de agua para potabilización (río Coata), causando impactos en los ecosistemas acuáticos, en consecuencia la seguridad hídrica de la población (Cuno, 2021). La investigación permite evaluar y proteger los ecosistemas acuáticos, conservar el recurso hídrico y mitigar la contaminación, dado que la calidad del agua impacta la biodiversidad, la salud humana y la resiliencia climática (Ríos et al., 2017). Por otro lado, la percepción local es crucial para desarrollar estrategias efectivas de gestión sostenible del agua y educación ambiental (Rangecroft et al., 2023). Los resultados indican si el agua es segura para el consumo humano, además serán base para la toma de decisiones para proteger los recursos hídricos, asegurando la conservación del medio ambiente y el bienestar de los pobladores (Ríos et al., 2017).

1.4.3. Justificación económica

La evaluación de la percepción y el análisis de la calidad del agua tanto superficiales como de consumo humano permiten reducir pérdidas económicas al identificar las fuentes de contaminación (Villena, 2018), así también reducen costos en salud pública al identificar y abordar problemas de enfermedades asociados a la calidad del agua (Ripari et al., 2017), además conocer la calidad del agua permite optimizar los procesos de tratamiento y reducir costos (Oyaga et al., 2019). A la vez la disponibilidad de agua de calidad mejora la calidad de vida, aumenta la productividad y el bienestar económico (Villena, 2018).

1.4.4. Justificación técnica

En Juliaca, los resultados de percepción ayudaran a identificar brechas entre la calidad real y percibida del agua (Rangecroft et al., 2023), mientras que la calidad del agua de la fuente de captación serán base para considerar las técnicas adecuadas para la potabilización del agua para consumo humano según las concentraciones de los parámetros analizados (Mamani, 2019), por otro lado la determinación de la calidad del agua potable suministrada resulta importante, para el mejoramiento del sistema de suministro de agua potable en Juliaca, ya que se presume que es necesario la falta de mantenimiento y renovación de las instalaciones existentes (Cuno, 2021).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Arias-Lafargue et al., (2024), tomaron muestras de cinco centros de la ciudad de Santiago de Cuba, a las cuales la potabilizadora Altos de Quintero suministra agua potable, posteriormente se analizaron para determinar pH, color, cloro libre residual, turbidez, coliformes totales y fecales. Como resultado indican que el cloro libre residual (< 0.5 mg/L) y la turbidez (> 5 mg/L) no cumplen con la normativa en La colonia, la cervecería Huatey y el combinado lácteo. Estas afectaciones de la calidad del agua que suministra la potabilizadora se deban principalmente al deterioro de la infraestructura del sistema de distribución y al mal almacenamiento de los centros.

Rukavishnikov et al., (2024), evaluaron la calidad del agua potable y el riesgo para la salud de la población en la región sur de Baikal – Siberia – Rusia, con datos del centro de información Regional de Baikal para el periodo 2011-2022, de la calidad del agua centralizado de suministro de agua potable en base a las concentraciones máximas permitidas de sustancias (MPC) aprobadas por normativa de Rusia. Encontraron concentraciones significativas de hierro (Fe), nitratos y manganeso (Mn) en el agua potable utilizada, en Irkutsk medias de Fe 2.25 mg/L, Mn 0.6 mg/L y nitratos 135 mg/L, las cuales están asociadas a riesgos cancerígenos en la salud.

Bolaños (2023), determinó las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua superficial del río Jilguero que atraviesa el distrito Las Brisas, ubicado en el cantón de Zarcero, tanto del sistema de abastecimiento del agua potable existente en dicho distrito en los años 2019-2021 y los resultados más resaltantes fueron primero que existen niveles considerables de amonio (4.71 a 12.04 mg/L) y fosfato (0.71 a 1.45 mg/L) en el agua del acueducto, segundo que el pH (< 6) y el cloro libre (< 0.3 mg/L) requieren ser mejorados en el acueducto las Brisas, tercero la contaminación del río jilguero fue clasificada entre moderada y severa según la normativa nacional.

Bolivar & Pulido (2022), investigaron las variables microbiológicas y fisicoquímicas en 10 puntos de muestreo, también estimaron la percepción de la población acerca de las fuentes de abastecimiento de Andagoya Chocó-Colombia, en cuanto a los resultados microbiológicos reportaron que 7 de las 10 muestras se encuentran contaminadas por *E. coli* (>4 UFC/100 mL) y coliformes totales (>21 UFC/100 mL), los resultados también confirman la presencia de metales pesados y la mayoría de los encuestados considera que el agua es de calidad, en cambio demostraron lo contrario.

Yeboah, Antwi-Agyei, & Domfeh (2022), estudiaron la calidad del agua potable de una comunidad en Ghana, para lo cual recolectaron muestras de agua de cinco fuentes de entrada y de 31 hogares. En sus resultados indicaron que todos los parámetros fisicoquímicos excepto el pH y la dureza estaban dentro de las pautas de la OMS, por otra parte, hubo diferencias significativas en la media de coliformes fecales y totales entre la fuente de ingesta y la fuente de punto de uso que son los hogares (3.63 frente a 4.57 log UFC/100 mL y 1.38 frente a 2.83 log UFC/100 mL, respectivamente).

Berrocal & Pérez (2021), realizaron determinaciones fisicoquímicas a muestras de agua para consumo como: olor, sabor, pH, conductividad (CE), cloruros y por absorción atómica: calcio (Ca), magnesio (Mg) y cadmio (Cd) en el asentamiento El Barón, en Esparza, de las cuales en sus resultados reportaron que cumple con las especificaciones del reglamento N°38924-S, sin embargo encontraron altas concentraciones de Cd 1.68 ± 0.07 mg/L, por encima del valor máximo admisible (VMA) 0.003 mg/L, la cual puede traer consecuencias en la salud a mediano plazo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Villar (2024), tomó muestras del anexo tambo pituca y Mesapata de Oxapampa, posteriormente evaluó la calidad del agua para consumo en forma directa mediante parámetros fisicoquímicos y biológicos, donde como resultado reportaron que los fisicoquímicos están debajo de los valores de los límites máximos permisibles (LMP) establecida por el D.S. N° 031 – 2010 – SA Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, mientras que los biológicos como *E. coli* (23 NMP/100 mL), coliformes totales y coliformes termotolerantes (60 NMP/100 mL) superan los LMP del reglamento, por ende concluye que no se puede consumir en forma directa.

Torres (2023), determinó la calidad de las fuentes de agua de consumo humano que abastece a comunidades nativas Dulce Gloria, Santa Rosa y Koshireni, asentados en los márgenes de los ríos Yurúa y Breu - Ucayali. Resultados de los parámetros fisicoquímicos reportados fueron: color (15 mg/L), DQO (10 mg/L), OD (> 6 mg/L), turbiedad (5 UNT), Al (0.9 mg/L), Fe (0.3 mg/L) y Mn (0.4 mg/L), de ellos gran parte superaron los criterios de Calidad Ambiental (ECA) para el agua en cuanto a los parámetros microbiológicos: Coliformes totales (50 NMP/100 mL) y termotolerantes (20 NMP/100 mL).

Araujo et al., (2022), determinaron la calidad del agua de consumo humano de la ciudad de Huancavelica mediante parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, donde los fisicoquímicos que reportaron son conductividad 165 a 220 uS/cm, dureza 498 a 685 mg/L, pH 7.46 a 8.46 siendo ligeramente alcalino no superando los Estándares de Calidad Ambiental de agua categoría y los microbiológicos en todas las muestras de agua estuvieron exenta de coliformes fecales, coliformes totales y el valor 3 NMP/mL se presentó en el barrio Santa Bárbara generando riesgos en la salud.

Romero (2022), investigó los parámetros de calidad del agua en la captación y red de distribución del centro poblado Capitán Arellano, Naranjillo, Cerro de Pasco, en mayo, junio y julio, así también estimó la percepción de la población. Los resultados que reportó en la captación como CE (248 umho/mL), SDT (124 mg/L) y pH (7.8 a 8.4) están por debajo del estándar ambiental (ECA agua), mientras que en la distribución en julio el cloro (<0.5 mg/L) no cumple con el reglamento, los coliformes totales (789 NMP/100 mL) y termotolerantes solo se encontraron en la captación y la percepción de la población encuestada muestra una disconformidad.

Mejía et al., (2021), analizaron el agua para consumo humano del C. P. Pachapiriana - Jaén determinando parámetros microbiológicos, en la cual obtuvieron como resultados 6.8/100 mL en coliformes totales siendo este elevado, 4/100 mL para coliformes fecales como resultado mayor y para *E. coli* tres muestras (9, 18 y 31). Considerando al valor del D.S. N°031-2010, que corresponde a 1.8/100 mL, no cumple con la norma, Además, indican que las 37 muestras restantes contenían *E. coli*, por lo que concluyeron que el agua no se ajusta a lo establecido en la norma.

2.1.3. Antecedentes regionales

Chata (2024), estudió la calidad del agua del sistema de abastecimiento periodo 2020-2023 de la comunidad Karina – Chucuito – Puno, mediante 9 parámetros fisicoquímicos y 12 microbiológicos, cuyos resultados fisicoquímicos en media al año 2023 fueron cloro libre < 0.02 mg/L, turbidez 0.31 NTU, sólidos totales disueltos 384 mg/L, pH 7.2, dureza total 415.19 mg/L, conductividad 720 μ S/cm, cianuro total < 0.01 mg/L. En cuanto a los parámetros microbiológicos los coliformes totales (>50 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (>20 NMP/100 mL) son los que no cumplen con el ECA del agua sub A1, a consecuencia generar riesgos en la salud de la comunidad. Concluyendo reporta que en gran mayoría de los parámetros que representa el 62 % tienen una tendencia a ser constantes en el tiempo.

Callasaca-Pacheco et al., (2022), en su investigación evaluaron la variación de la calidad del agua del río Coata desde el puente Maravillas al puente Coata en cinco puntos determinando 18 parámetros, de las cuales reportaron que los valores que exceden los ECAS 2017 Categoría 1 poblacional fueron en el DFC-03 DQO 115.37 mg/L, DBO₅ 115.37 mg/L, Arsénico 0.325 mg/L, Cadmio 0.005 mg/L, Plomo 0.135 mg/L, Mercurio 0.010 mg/L, y el punto de muestreo DFC-05 DQO 1101.0 mg/L, DBO₅ 1101.0 mg/L, Arsénico 0.095 mg/L, Cadmio 0.024 mg/L, Plomo 0.095 mg/L, Mercurio 0.021 mg/L, estos varían de mala a regular y el índice de calidad del agua aplicado mejora según la precipitación pluvial.

Inquilla (2020), en su estudio determinó parámetros microbiológicos y fisicoquímicos mediante métodos accesibles y como resultados en cuanto a características microbiológicas tuvo: coliformes totales y fecales 2400, 2400 y 150 NMP/100mL y 124, 73.67 y 19.33 NMP/100mL para cada punto de muestreo, las cuales sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental y respecto a los fisicoquímicos: pH 7.50, 7.57 y 7.64 unidades, conductividad eléctrica 1195.67, 620.33 y 672.67 μ S/cm, sólidos disueltos totales 598.00, 309.67 y 336.33 mg/L, sulfatos 73.80, 61.63 y 65.00 mg/L, dureza 347.62, 307.78 y 293.69 mg/L, cloruros 342.56, 309.90 y 272.58 mg/L, metales pesados plomo 0.005, 0.007 y 0.008 mg/L y arsénico 0.028, 0.030, 0.028 mg/L.

Pineda et al., (2019), determinaron parámetros microbiológicos y físico químicos, dentro de los cuales analizaron la concentración de metales (Ca, K, Fe, Mn y Mg), en muestras de aguas obtenidas de 24 puntos de captación para abastecimiento de las principales provincias de la región Puno, de las cuales indican que los parámetros de campo como temperatura, oxígeno disuelto y pH, están en un rango de (5.30-20.50) °C, (2.43 – 8.06) mg/L, (6.23 – 8.75) pH respectivamente. Por otro lado, que la conductividad en un 16% de las muestras analizadas superan los ECAs, llegando a picos superiores de 1538 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el distrito de Puno (PP-01), con un máximo registrado en Yunguyo (YY-01) de 1858.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la mayor concentración de turbidez, se encuentra en la ciudad de Juliaca, 54.70 UNT. Para Coliformes Totales y Fecales los valores máximos se encontraron en SS-01 (Sandia) y SJ (Juliaca).

2.2. Marco teórico

2.2.1. El agua

Es una sustancia líquida que consta de dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno y está representada por la fórmula química H_2O (Maceira, 2024), la cual es una molécula que presenta enlaces polares que establecen puentes de hidrogeno entre las moléculas adyacentes (Carbajal & Gonzáles, 2012). Este recurso posee grandes propiedades físicas y químicas anómalas entre otras sustancias precisamente por su composición y estructura (Fernández, 2012). En síntesis el agua es un compuesto muy simple, pero es una sustancia con tantas propiedades únicas que la vida no puede existir sin ella (Carbajal & Gonzáles, 2012).

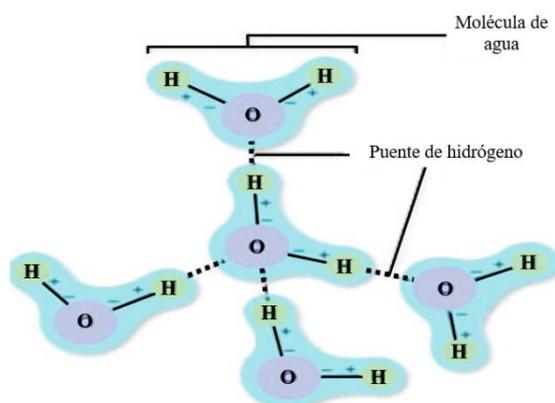


Figura 1. Estructura del agua

Fuente: Carbajal & Gonzáles, 2012

2.2.2. Importancia del agua

El agua es un recurso de vital importancia para el ser humano y el acceso a este elemento es un derecho para la humanidad (Fernández & Guardado, 2021). Las fuentes de agua superficial se consideran como el eje de desarrollo de los seres humanos que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales (Salas, 2018). La importancia también radica en su calidad ya que está relacionada directamente con la salud de los ecosistemas y su entorno (Prince & Espinosa, 2021) ya que contribuye a la estabilidad del medio ambiente y las funciones de los organismos y criaturas que allí viven. (Larramendi et al., 2021), por ello una contaminación de este recurso significa directamente una afectación a la salud y bienestar de quienes lo emplean (Apaza-Aquino et al., 2019).

2.2.3. Contaminación del agua

Se comprende como la acción de introducir alguna sustancia en el agua alterando su calidad y su composición química (Guadarrama et al., 2016), es decir que muchos de los elementos químicos del agua y sus compuestos que existían en forma natural, sufren alteraciones en sus concentraciones y sumado a la contaminación de agrotóxicos y microorganismos patógenos, traen como consecuencia aguas alteradas dañinas para la salud del consumidor (Brousett et al., 2018).

La contaminación de las aguas superficiales es una problemática global, en gran medida por efecto de la acción del hombre (Menendez, 2018), influenciado principalmente por el crecimiento industrial y la sobrepoblación (Rojas, 2019). Los contaminantes del agua incluyen una amplia gama de compuestos orgánicos e inorgánicos provenientes de fuentes puntuales en ciudades, áreas industriales y áreas ganaderas (Fernández, 2012), es decir varían ampliamente según el origen del agua contaminada como se observa en la tabla 1 (Línea Verde Carreño, 2023).

Tabla 1

Tipos de contaminantes según el origen del agua contaminada

Origen	Tipo	Contaminantes	Consecuencias
Urbana	Aguas domésticas (Cocina, blancas de baño)	- Sales, jabones, detergentes, sólidos en suspensión y grasas	- Eutrofización
	Aguas negras	- Sólidos en suspensión, detergentes y materia orgánica	- Eutrofización - Microorganismos patógenos
Agrícola	Limpieza y riego (abonos)	• Materia orgánica	• Eutrofización
	Pesticidas y plaguicidas	• Sustancias tóxicas (Metales pesados, compuestos organoclorados)	• Bioacumulación envenenamiento
	Abonos	• N, P, S	• Eutrofización
Ganadera	Purines (excrementos del ganado)	- Materia orgánica	- Eutrofización - Microorganismos patógenos
Industria y minería	• Siderurgia	• Materia orgánica	• Eutrofización
	• Petroquímica	• Metales pesados	• Bioacumulación envenenamiento
	• Energética	• Incremento del pH	• Acidificación
	• Textil	• Incremento de T°	• Disminución O2 disuelto, variación reproductivos y de crecimiento
	• Papelera	• Radiactividad	• Mutaciones
	• Minería	• Aceites y grasas	

Fuente: Línea Verde Carreño, 2023

2.2.4. Enfermedades de origen hídrico

Se trata de enfermedades transmitidas por el agua causadas por patógenos principalmente (Brossard et al., 2020), debido a la contaminación de esta traduciéndose en problemas de salud pública (Gómez-Duarte, 2018) o también pueda darse por los servicios de agua y saneamiento deficientes en las poblaciones urbanas (Rhoden et al., 2021). No solo se producen enfermedades por acción microbiológica, existen contaminantes químicos (sustancias inorgánicas y orgánicas) que también tienen efectos en la salud humana. (Larramendi et al., 2021).

Las enfermedades más comunes por transmisión hídrica son las diarreas que se encuentran entre las 10 principales causas de muerte y matan a miles de personas cada año principalmente a los infantes (Brossard et al., 2020). La ingestión continua de agua contaminada por parte de los niños además de la diarrea recurrente provoca otros síntomas como desnutrición aguda, desnutrición crónica y cambios en el desarrollo psicomotor (Gómez-Duarte, 2018).

Tabla 2

Enfermedades de origen hídrico

Microorganismos patógenos	Sustancias inorgánicas	Sustancias orgánicas
- Hepatitis A	- Arsénico (As) (cáncer, afecta a la sangre, hígado, sistema nervioso)	- Benceno (daño cromosómico, anemia, leucemia),
- Enfermedades diarreicas	- Cadmio (Cd) (cáncer, afecciones pulmonares, hipertensión arterial, anemia)	- Tetracloruro de carbono (cáncer, daño al hígado, riñones y sistema nervioso central)
- Amebiasis	- Cromo (Cr)(cáncer)	- Cloroformo (daño al hígado y riñones)
- Giardiasis	- Mercurio (Hg) (daño al sistema nervioso y riñones)	- Dioxinas (daño a la piel, cáncer, mutaciones)
- Fiebre tifoidea		
- Salmonelosis		
- Shigelosis		
- Infección por <i>E. coli</i>		
- Poliomiелitis		
- Gastroenteritis		
- Otros		

Fuente: Rhoden et al., 2021; Larramendi et al., 2021

2.2.5. Calidad del agua

Son las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características fisicoquímicas y biológicas, en su estado natural o después de ser deteriorada por el accionar humano (Baeza, 2016), es muy variable a diferencia de la cantidad, por ende si esta alterada puede afectar seriamente a los ecosistemas y la salud humana (Prince & Espinosa, 2021), incluso influye en la calidad de vida de la población si se trata de fuentes hídricas superficiales como ríos, (Córdova & Díaz, 2020), ya que la calidad del agua superficial determina si es adecuada para ciertos usos e inadecuada para otros (Berrocal & Pérez, 2021). La calidad del agua es uno de los aspectos fundamentales para lograr el bienestar humano y el desarrollo sostenible porque promueve la condición humana y es un primer nivel de intervención de la salud ambiental a nivel de las unidades familiares (Villena, 2018).

2.2.6. Características fisicoquímicas del agua

La calidad del agua depende de características fisicoquímicas como:

a. Potencial de hidrogeniones (pH)

Es el indicador que determina si es una sustancia ácida, neutra o básica, calculando el número de iones hidronio presentes, la medición de este parámetro se realiza in situ y se mide en una escala de 0 a 14 (Frías & Montilla, 2016). Este indicador tiene un impacto significativo en muchos fenómenos que ocurren en la infraestructura del agua y las redes de distribución de agua debido a que puede afectar la coagulación y desinfección del agua. (Dueñas & Hinojosa, 2021).

b. Oxígeno disuelto (OD)

Proporciona una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua para tener una concentración adecuada y su presencia en el agua es muy importante, por lo que un bajo contenido de oxígeno en el agua puede indicar que el agua está muy contaminada, ya sea debido a una contaminación por MO o por bacterias (Dueñas & Hinojosa, 2021). La temperatura, el material orgánico y los oxidantes inorgánicos, afectan sus niveles de concentración (Frías & Montilla, 2016).

c. Conductividad eléctrica (CE)

Es una expresión numérica de la capacidad de conducción de una corriente eléctrica del agua, que depende de la presencia de iones (Dueñas & Hinojosa, 2021). Su determinación es de gran importancia pues da una idea del grado de mineralización del agua natural, potable, residual, residual tratada (Martínez, 2017). Este indicador es proporcional a los sólidos disueltos totales en el agua, de tal manera que mayor conductividad a mayor concentración de la conductividad eléctrica (Olivera, 2019).

d. Temperatura (T)

La temperatura no es un indicador de la calidad del agua, sin embargo influye en el comportamiento de otros indicadores de calidad del recurso hídrico, como el pH, conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (Martínez, 2017).

e. Sólidos disueltos totales (SDT)

Es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, corresponde al residuo seco con filtración previa, el origen de los sólidos disueltos puede ser múltiple, orgánico o inorgánico, los sólidos totales son la suma de los sólidos disueltos y de los sólidos en suspensión (Palomino, 2017). Aunque este parámetro no se considera un contaminante importante del agua, puede tener un impacto significativo en el sabor del agua potable (Adjovu et al., 2023).

f. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C (Frías & Montilla, 2016). A diferencia de la demanda química de O₂, la DBO₅ representa una medida directa de la probabilidad de desarrollo microbiano dentro de una muestra de agua y la DBO₅ es muy baja en el agua de red clorada, pero puede aumentar si hay un crecimiento microbiano (Marzullo, 2022).

g. Cloruros

Es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual, el sabor salado es variable y depende de la composición química del agua, con 250 mg/L pueden tener un sabor salado detectable si el catión es el sodio y la cantidad de cloruros presentes en el ambiente natural se ve afectada por las aguas residuales (Flores, 2016).

h. Dureza

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, debido a la presencia de sales disueltas de calcio y magnesio, mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones, por el contrario, las aguas muy blandas son agresivas y pueden no ser aptas para el consumo (Palomino, 2017). El agua llamada dura causa problemas porque al circular por las tuberías las sales forman depósitos sólidos (sarros) que obstruyen las tuberías, dejándolas inservibles en la mayoría de los casos (González, 2020).

i. Amoniac

Es todo el nitrógeno que existe como ion amonio y es un indicador importante de la calidad del agua, su determinación no sólo debería ser en el vertido final de aguas residuales o en aguas superficiales, sino también sería utilidad para las industrias que utilizan procesos de tratamiento biológico en masas de agua para comprobar la eficiencia de las plantas de tratamiento (González, 2013).

j. Metales pesados

Los metales pesados influyen en la calidad de las aguas, tanto superficiales o aguas para consumo humano, y estas pueden provenir de los alrededores de los sectores industriales y mineros, que en muchas circunstancias pueden llegar a ser muy significativos, así también puede ser por efecto de las aguas residuales (Obispo, 2023).

- Plomo (Pb)

El plomo (Pb) es uno de los metales pesados más resaltantes a considerar, debido a que resulta ser un veneno que se acumula en el organismo (Flores, 2016), ya que la OMS (2018) indica que la exposición al plomo afecta el desarrollo neuronal, así como los riñones, causando en un periodo considerable hipertensión e infertilidad (Obispo, 2023).

- Cadmio (Cd)

El cadmio es considerado muy tóxico por su ingesta (Flores, 2016), y la OMS (2018) reportó que afecta principalmente a los riñones, con una vida media de entre 10 a 35 años; además varios estudios lo consideraron como un metal cancerígeno para humanos (Obispo, 2023).

- Hierro (Fe)

El hierro raramente alcanza concentraciones de 1 mg/L (Flores, 2016), además este parámetro proviene de la disolución minerales, aguas residuales o residuos sólidos y respecto a la incidencia en la salud solo se ha de considerar por su capacidad de bioacumulación (Rodríguez et al, 2019).

- **Aluminio (Al)**

Este material se encuentra en un 8 % aproximadamente en la corteza terrestre y en el agua estas pueden provenir de forma natural o por acción de los coagulantes en los procesos de potabilización (Obispo, 2023). El aluminio generalmente no es perjudicial y cabe mencionar que la ingesta de aluminio generalmente no causa daño, sin embargo hay discrepancias ya que dicen que cantidades elevadas de aluminio causa el Alzheimer (Flores, 2016).

- **Arsénico (As)**

El arsénico es un metal tóxico que puede bioacumularse en algunos órganos de organismos vivos porque puede unirse a los grupos tioles de proteínas presentes en órganos como el hígado, los riñones y la piel, causando daño renal, hepático y cutáneo (Lam-Vivanco et al., 2022). El arsénico puede penetrar en los diferentes recursos (aire, agua y el suelo) mediante los efectos del polvo y aguas de escorrentía, por lo que la contaminación provocada por sus efectos está muy extendida por su fácil dispersión (Obispo, 2023). El arsénico en una cantidad tan pequeña como 100 mg puede ocasionar un grave envenenamiento (Flores, 2016).

2.2.7. Características microbiológicas del agua

a. Coliformes totales

Las bacterias coliformes son indicadoras de contaminación fecal (IMTA, 2020). Incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos y no esporulantes fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído y gas en 24 h a 35 – 37 °C (Palomino, 2017).

b. E. coli

Son bacterias gram-negativas y son un clase de bacterias coliformes fecales que se encuentran comúnmente en los intestinos de los animales y humanos (Rock & Rivera, 2014). Su presencia en aguas potables es intolerable y se utiliza frecuentemente como indicador de contaminación (Díaz & González, 2022).

c. Huevos y larvas de helmintos

El helminto es un parásito que puede infectar tanto a humanos como a animales y los daños causados por estos organismos son graves; un huevo puede causar enfermedades intestinales e incluso cardíacas (IMTA, 2020), además son muy resistentes a su eliminación como a diversos parámetros, como la temperatura, el pH, la humedad y también a la desinfección con cloro, por ello se utilizan como indicadores de contaminación bacteriológica (Paredes & Quinto, 2016).

d. Quistes y oosquistes

Se trata de parásitos resistentes a los sistemas de cloración convencionales y la dosis infecciosa mínima es de aproximadamente 10 quistes/ooquistes ingeridos (Balderrama et al., 2012). Salen con las heces al ambiente, su supervivencia en estas condiciones depende de la temperatura, a 10°C pueden sobrevivir 77 días, a 20°C disminuye su viabilidad hasta tres días (Solarte, Peña & Madera, 2006).

e. Organismos de vida libre

Los organismos de vida libre se pueden encontrar en lugares donde hay humedad, como en todas las fuentes de agua dulce, en aguas encharcadas hasta incluso en aguas contaminadas (Rivera & Garcia, 2017). Son: nemátodos, protozoarios, rotíferos y algas conocidos como hospederos de algunos patógenos de enfermedades o por las toxinas que producen (Palomino, 2017).

2.2.8. Salubridad hídrica

La salubridad hídrica se refiere a la calidad del agua que garantiza su seguridad para el consumo humano y otros usos, como la agricultura, la industria, así como la recreación, además incluye la protección de fuentes de agua, el tratamiento y distribución segura, así también la prevención de contaminantes químicos, biológicos y físicos (Melgarejo et al., 2023), lo cual se logra mediante la implementación de normas, regulaciones y prácticas de manejo adecuadas, como el tratamiento de aguas residuales, la protección de cuencas hidrográficas y la educación comunitaria sobre el uso seguro del agua (Cuellar et al., 2019).

2.2.9. Agua potable

Es el agua de consumo inocua que no ocasiona ningún riesgo significativo a la salud de los consumidores durante su vida, vale decir debe ser: limpia, pulcra, insípida, inodora, sin partículas que la hagan turbia; además debe contener minerales, tales como yodo, sodio, cloro, en cantidades adecuadas (Castillo, 2018). El agua potable varía de un lugar a otro dependiendo de la condición de la fuente de agua de donde se obtiene y el tratamiento que recibe (Trigos, 2017), por tanto el agua de mala calidad puede traer graves problemas de salud pública a la población que la utiliza, por ende el agua potable debe ser óptima para todos los usos domésticos habituales incluyendo la higiene personal (Castillo, 2018).

2.2.10. Fuente de captación para potabilización

Fuente de captación o abastecimiento hace referencia a las aguas de dominio público como ríos, arroyos, lagos, embalses, manantiales y aguas subterráneas que proporcionan agua para su posterior potabilización y distribución a la población mediante conexiones domiciliarias (Orozco-Gutiérrez, 2019).

Según su aprovechamiento se clasifican en:

a. Superficial

Es el aprovechamiento del agua que fluye libremente sobre la superficie terrestre, como ríos, arroyos y canales artificiales, el agua superficial también puede provenir de embalses o lagunas (Orozco-Gutiérrez, 2019).

b. Aprovechamiento subterráneo o pozo

Se trata de la utilización de agua almacenada en diversos tipos de acuíferos bajo la superficie terrestre (rocas quebradas que pueden almacenar y transportar agua en sus grietas) y a la que se accede mediante excavaciones verticales u horizontales utilizando bombas sumergibles (Orozco-Gutiérrez, 2019).

c. Subsuperficial naciente o manantial

Es el lugar donde el nivel estático de un acuífero sube a la superficie porque está bloqueado por la topografía que impide que el agua penetre a mayor profundidad y el agua se aprovecha mediante la construcción de una captación que puede integrarse en un acueducto (Orozco-Gutiérrez, 2019).

2.2.11. Río Coata

La cuenca del río Coata es uno de los afluentes del Lago Titicaca y básicamente para la ciudad de Juliaca refiere una fuente abastecedora de aguas del tipo superficial para la potabilización (Menéndez, 2018). La zona donde fluye el río Coata tiene una topografía heterogénea con una elevación que van desde 3812 m.s.n.m., con microclimas favorables para la producción agropecuaria especialmente en el área localizada en la zona circunlacustre y está ubicado al norte de la capital de Puno, la población general es quechua hablante (Inquilla, 2020).

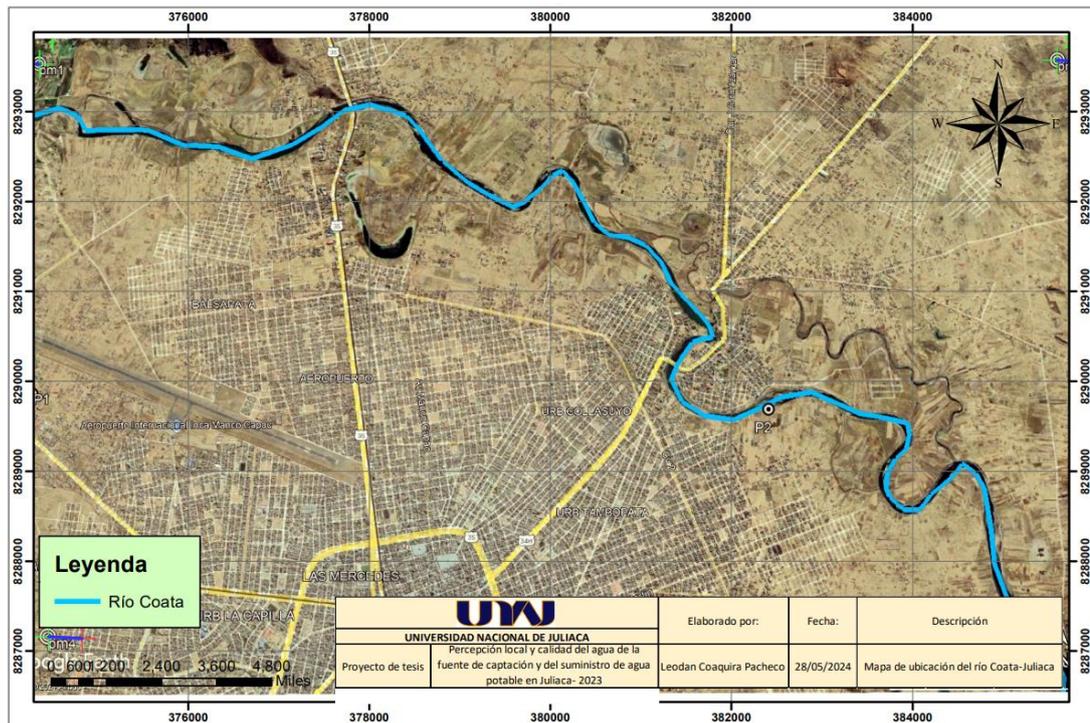


Figura 2. Mapa de ubicación del río Coata Juliaca

Fuente: Google Earth, 2024

2.2.12. Percepción ambiental

La percepción consiste en la interpretación, el reconocimiento y la significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente social y físico, en el cual intervienen el aprendizaje, la memoria y la simbolización (Cuno, 2021), también se puede mencionar que se trata de una comprensión holística de la relación ser humano-ambiente, donde todo el ambiente que envuelve el ser humano, sea físico, social, psicológico o hasta el mismo imaginario influyen en la percepción (Espinoza, 2019).

La percepción ambiental es el proceso de reconocer el medio ambiente a través de los sentidos, que incluye las actitudes, que son las emociones positivas o negativas que tiene una población hacia las características del entorno ambiental (Casa, Cusi & Vilca, 2019), por ende la percepción sobre la calidad del agua es la interpretación subjetiva que las personas hacen sobre las características y atributos del agua como su sabor, olor, color, claridad y seguridad para el consumo, basada en su experiencia, conocimientos y creencias (Faviel et al., 2019).

2.2.13. Técnicas para la determinación de la percepción

Existen varias técnicas o instrumentos para determinar o evaluar la percepción como son: La encuesta que consiste en recopilar información a través de preguntas estructuradas a un grupo de personas seleccionadas, la entrevista que son conversaciones en profundidad para obtener información detallada (Ñaupas et al., 2018), por otro lado, grupos focales que son discusiones en grupo para explorar opiniones y percepciones, análisis de contenido que consiste en examen de textos, imágenes y otros materiales para identificar patrones y temas, además la observación que se basa en el registro de comportamientos y reacciones en entornos naturales (Donaduzzi et al., 2015).

El método más utilizado para calificar la percepción es la escala de Likert el cual es la medición de opiniones a través de una escala de 1 al 5, por otra parte, está la escala de diferencial semántico que mide asociaciones a través de una escala de -5 a +5, otra escala de evaluación es a través de una escala numérica que va de 0 a 100 (Hechavarría, 2015).

2.2.14. Seda Juliaca

SEDA Juliaca S.A. es una entidad prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado, que tiene como objetivo promover el acceso de la población a los servicios de saneamiento y garantizar la disponibilidad del recurso hídrico a largo plazo (EPS SEDAJULIACA S.A., 2020). El agua la capta del río Coata, sector Ayabacas, a través de 05 tuberías (02 se encuentran deterioradas 10” y 14”), y la capacidad estimada es de 400 ls⁻¹, mientras que el agua es recolectada de forma directa a 2 cisternas y sobre de una de ellas se encuentra instalada una caceta de bombeo con tres equipos de bombeo horizontales (con un estado regular, con capacidad de 100, 100 y 180 ls⁻¹), además de un equipo vertical en la parte exterior (en precario estado, de 50 ls⁻¹). Las aguas que son captadas son impulsadas a la planta de tratamiento mediante una tubería de impulsión de una distancia de 85 metros y 24” (EPS SEDAJULIACA S.A., 2022).

2.2.15. Marco legal

- Constitución política del Perú
- Ley general del ambiente N° 28611
- Ley de Recursos Hídricos N° 29338
- DS-004-2017-MINAM Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua
- D.S. N° 031-2010-SA DIGESA - MINSAL, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (Límites Máximos Permisibles).
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA Protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
- Resolución directoral N° 160-2015-DIGESA-SA Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano

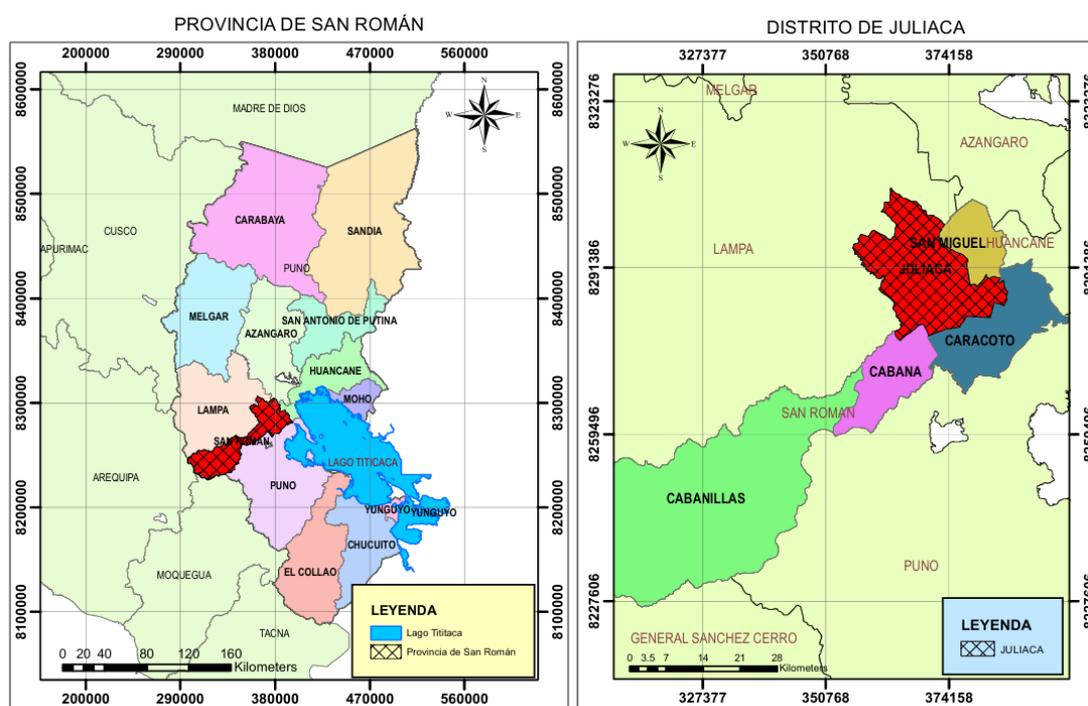
CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito de estudio**

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno, ubicada entre las coordenadas geográficas: 15°29'24 S y 70°08'00 W a una altitud de 3824 m (Choquehuanca, 2014), además se encuentra en el piso altitudinal de puna baja e hidrográficamente se ubica en la cuenca baja del río Coata perteneciendo a la Hoya del Titicaca (Loayza, 2022).

Su extensión comprende una superficie de 533.47 km² (Loayza, 2022) y delimita por el norte con la provincia de Azángaro, por el este con el distrito de San Miguel y Caracoto, por el sur con el distrito de Cabana y Caracoto, por el oeste con la provincia de Lampa (Choquehuanca, 2014).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA		Elaborado por:	Fecha:	Descripción
Proyecto de tesis	Percepción local y calidad del agua de la fuente de captación y del suministro de agua potable en Juliaca- 2023	Leodan Coaquira Pacheco	28/05/2024	Mapa de ubicación del ámbito de estudio

Figura 3. Mapa de ubicación del área de estudio

3.2. Tipo, nivel y diseño de investigación

El tipo de investigación es de enfoque cuantitativo por utilizar métodos y técnicas cuantitativas que tienen que ver con una medición numérica de los indicadores, uso de magnitudes, muestreo y se sirve de pruebas estadísticas para el análisis de los datos recolectados (Ñaupas et al., 2018).

El nivel es descriptivo e interpretativo, en el sentido de que se identifica los fenómenos y se recopilan datos sobre variables relevantes de forma independiente o conjunta para describir y estimar las situaciones del cómo es y cómo se manifiestan dichos fenómenos (Romero, 2022).

El diseño es no experimental debido a que no se hace alguna manipulación deliberada de las variables, solo se observa, estudia y analiza los fenómenos que ocurren en el contexto natural (Calderon & Barcena, 2023).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Para la evaluación de la percepción local se tuvo como población a todos los pobladores del área urbana del distrito de Juliaca, entre varones y mujeres que según el último censo desarrollado fueron 217 743 habitantes (INEI, 2017).

Para la determinación de la calidad del agua de la fuente de captación se tomó como población al recorrido del río Coata que atraviesa la ciudad de Juliaca, similar a lo que consideró Calderon & Barcena (2023), para la calidad del agua potable domiciliario se consideró como población a todos los usuarios de agua potable con pileta en el área urbana del distrito de Juliaca que vienen a ser 53873 usuarios (SEDA JULIACA S.A., 2022).

3.3.2. Tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de la muestra con el fin de evaluar la percepción local, se utilizó el método de muestreo probabilístico aleatorio simple (Espinoza, 2019) y la fórmula fue la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{E^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q} \quad (1)$$

Donde:

- n= Muestra
- N= Población de muestra: 217 743 habitantes
- Z = Coeficiente de confianza de la distribución normal: 95 % = 1.96
- p = Probabilidad de acierto: 50 % = 0.50
- q = Probabilidad de fracaso: 50 % = 0.50
- E = Error de muestra: 7 % = 0.07

Reemplazando valores, se tiene:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 217743}{0.07^2(217743-1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 196$$

Por tanto, el tamaño de muestra que representa a la población urbana de Juliaca fue de 196 habitantes.

La distribución de la muestra se realizó por zonas similar a la ejecución de Espinoza (2019) y los límites fueron las vías principales de la ciudad de Juliaca. Se dividió en zonas por preferencia cercana a los puntos de muestreo (agua potable domiciliario), en cada zona se encuentra un punto de muestreo.

Por otra parte, no todo el ámbito urbano posee instalaciones de agua potable, las zonas no son homogéneas en cuanto a la proporción de la población que se beneficia del servicio de agua, por ende, considerando la información de INEI (2017) “Porcentaje de viviendas sin abastecimiento de agua potable en Juliaca” la muestra se distribuye tal como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3

Zonas de distribución de las muestras

Zona	Porcentaje de la población que cuenta con agua potable	Muestra distribuida
Salida Huancané	20	40
Salida Cusco	6	12
Salida Lampa	20	38
Centro de la ciudad	20	39
Salida Arequipa	10	20
Salida Puno	24	47
Total	100%	196

Fuente: INEI, 2017

La aplicación de las encuestas se realizó en cada zona tanto de manera virtual y presencial, para el último previamente planificada en un periodo de tres meses de forma aleatoria considerando los más óptimos.

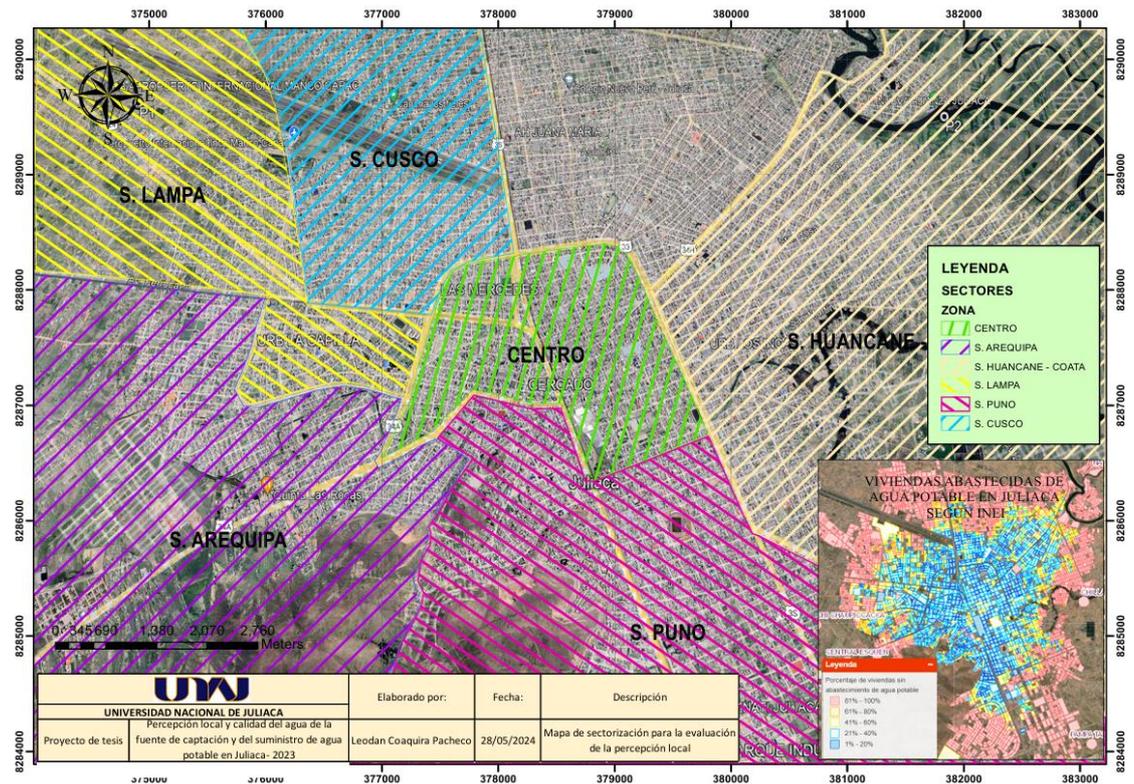


Figura 4. Mapa de las zonas de distribución de las muestras de percepción local

Fuente: Google Earth, 2024; INEI, 2017

La muestra para determinar la calidad del agua en la fuente de captación está representada por tres puntos de monitoreo (tabla 4 y figura 5): PM-1 a 50 m aguas arriba del punto de captación, PM-2 en el mismo punto de captación y PM-3 a 200 m aguas abajo del punto de captación, lo cual se consideró según el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (ANA, 2016).

Se realizó un muestreo simple debido a que fue tomada en un lugar, tiempo y de forma individual (ANA, 2016). Cada punto constó con tres repeticiones distribuidos en tres meses (mayo, junio y julio) para tener mayor fiabilidad en el análisis de resultados.

Tabla 4

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Zona	E	N	Altitud m.s.n.m.
PM-1	50 metros aguas arriba aprox.	381319.00	8289786.00	3824
PM-2	Punto de captación	381324.00	8289694.00	3825
PM-3	200 metros aguas abajo aprox.	381514.00	8289533.00	3826

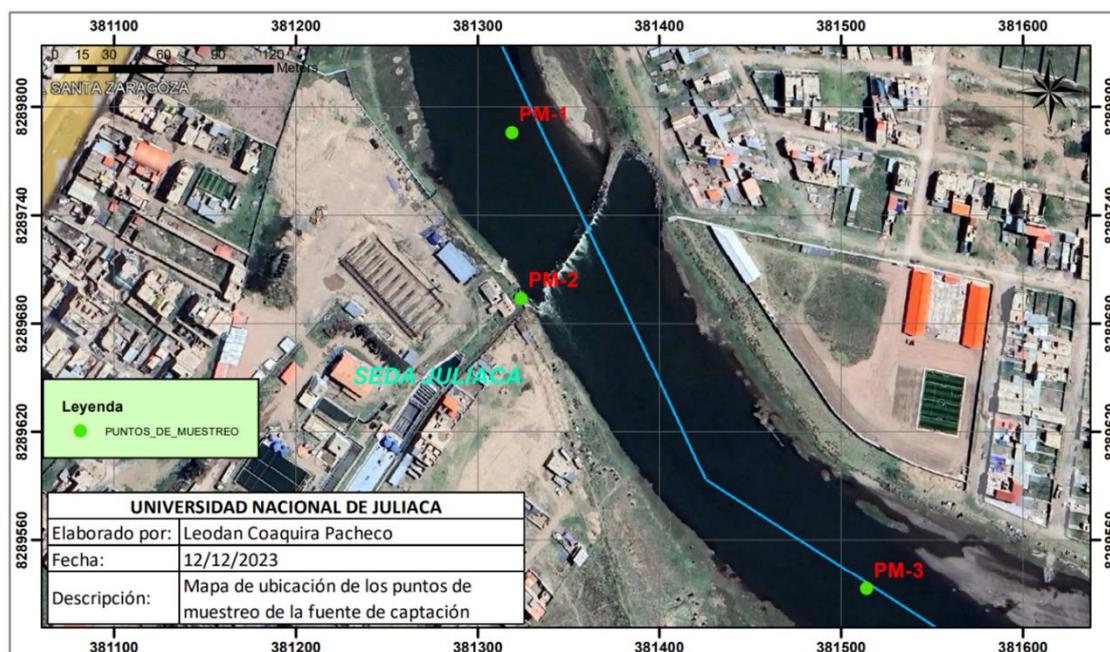


Figura 5. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en la fuente de captación

Fuente: Google Earth, 2023

Para establecer el tamaño de muestra a fin de determinar la calidad del agua potable domiciliario, la resolución 0811 de 2008 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008) de la república de Colombia manifiesta el establecimiento del número mínimo de puntos de muestreo en la red de distribución según la población atendida, el cual se detalla en la tabla 5.

Tabla 5

Recomendación del número mínimo de puntos de muestreo en la red de distribución

Población atendida	Número mínimo de puntos para la recolección de muestra
Menos de 2 500	4
2 501 a 10 000	5
10 001 a 20 000	6
20 000 a 100 000	8
100 00 a 250 000	15
250 000 a 500 000	25

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008

La población atendida en Juliaca vienen a ser 53873 usuarios (SEDA JULIACA S.A., 2022), de acuerdo a lo que establece la resolución 0811 de 2008, el número de puntos es 7 para una población máxima de 60 000, sin embargo, debido a que la población atendida no supera esa cantidad, por preferencia y costos económicos se optó reducir un punto y se trabajó con seis puntos de monitoreo.

Los puntos se distribuyeron en zonas tomando como limites las vías principales, esto con la finalidad de abarcar el área de todas las viviendas con abastecimiento de agua potable en la ciudad de Juliaca (INEI, 2017). Se escogió de manera estratégica la vivienda tomando en cuenta la accesibilidad y la zona de ubicación. Se realizó un muestreo simple y cada punto constó con tres repeticiones distribuidos en tres meses (mayo, junio y julio) para tener mayor precisión en la interpretación de los datos.

Los puntos de monitoreo se muestran en la tabla 6 y figura 6.

Tabla 6

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo de agua potable domiciliario

Puntos de muestreo	Zonas de muestreo	Este	Norte	Altitud m.s.n.m.
PMRD-1	Salida Huancané	380758	8288506	3829
PMRD-2	Salida Cusco	377913	8288539	3830
PMRD-3	Salida Lampa	376191	8287687	3831
PMRD-4	Centro	378648	8287067	3831
PMRD-5	Salida Arequipa	376786	8286289	3833
PMRD-6	Salida Puno	379373	8285182	3829

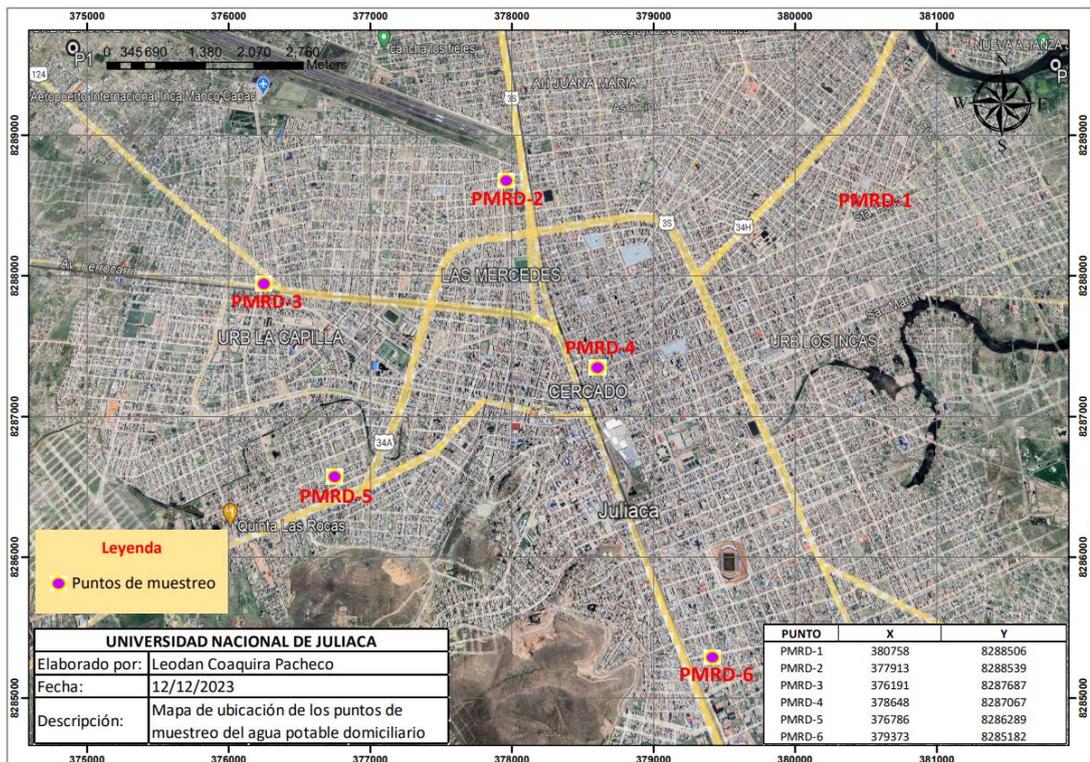


Figura 6. Ubicación de los puntos de muestreo del suministro de agua potable Google Earth, 2023

3.4. Materiales y reactivos

3.4.1. Reactivos

Inhibidor de nitrificación, hidróxido de potasio (KOH) al 45%, ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1 N, hidróxido de sodio (NaOH) 1 N, nitrato de plata (AgNO_3) 0.0141 N, indicador cromato de potasio (K_2CrO_4) al 5%, peróxido de hidrogeno (H_2O_2) al 3%, buffer de dureza, indicador calmagita, solución EDTA HI3812-0, reactivo A HI93700-01, reactivo B HI93700-01, reactivos DPD, agar crhomatic coli coliform, ácido acético glacial (CH_3COOH) 0.1 N, sodio acetato anhidro ($\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$) 1 N, etil acetato ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$) 2 N, sulfato de zinc 7-hidratado ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 1 N, solución salina fisiológica 85%, Lugol al 5%, agua destilada, alcohol al 70 y 95%, cloruro de calcio (ClCa_2) 1 N, carbonato de sodio (NaHCO_3) 1 N y ácido sulfámico ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$) 0.01 N.

3.4.2. Equipos

GPS portátil (Marca Garmin, Modelo MAP 64SC), multiparámetro (Hanna HI98194), estufa digital (Mettler), balanza analítica digital (Ohaus-EX224), agitador magnético (Agimatic-E), incubadora de DBO_5 (Lovibond), potenciómetro (Hanna), medidor digital de cloro libre HI701 (Hanna), medidor de nitrógeno amoniacal HI 700 (Hanna), incubadora para microorganismos (Mettler), autoclave, mechero bunsen, microscopio óptico (Leica), vortex, centrifuga digital (Sigma), contador de colonias (Usamed-J2) y bomba de vacío.

3.4.3. Materiales

Vasos de precipitado de 250 mL, embudo de vidrio de 100 mL, probeta de 100 mL, bagueta de vidrio para agitación de 20 cm, pinza de capsula de porcelana, capsulas de porcelana de 100 mL, matraz de 250 mL, filtro de fibra de vidrio de 47 mm de diámetro y 1 μm de poro, pipeta Pasteur de 5 mL, soporte universal, bureta de 25 mL, embudo buchner de 250 mL, pinzas, placas Petri de vidrio de 100 x 15 mm, matraz Kitasato de 250 mL, tubos de centrifuga de 15 mL y 50 mL, cámara neubauer, frascos de muestreo de tapa azul de 250 mL y 1000 mL.

3.5. Hipótesis de la investigación

3.5.1. Hipótesis general

La percepción local y la calidad del agua de la fuente de captación y del suministro de agua potable tiene implicancias negativas en la salud de la población de la ciudad de Juliaca- 2023.

3.5.2. Hipótesis específicas

- Debido a los problemas ambientales de los recursos hídricos en la fuente de captación y el suministro de agua potable, es probable que la percepción de la población referente a la calidad del agua no sea buena.
- Dado que la fuente de captación para la generación de agua potable en la ciudad de Juliaca tiene cierto grado de contaminación, es posible que las características fisicoquímicas y microbiológicas sobrepasen los ECAS categoría IA.
- Las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable suministrada a domicilio, quizás sobrepasen los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad del agua para consumo humano.

3.6. Metodología

3.6.1. Evaluación de la percepción local sobre la calidad del agua de la fuente de captación y del agua potable suministrada

Para definir la percepción local sobre la calidad del agua, tanto de la fuente de captación como del agua suministrada a domicilio se realizó mediante la elaboración y aplicación del instrumento de recolección encuesta, con fines de cotejar dicho instrumento se empleó la entrevista y observación directa (Espinoza, 2019).

a. Encuesta

La recolección de datos mediante la encuesta se realizó en base al procedimiento que aplicó Espinoza (2019), por ende, el instrumento metodológico de recolección de datos fue un cuestionario, cuyos ítems fueron adaptados de Palomino (2023) finalmente contando con 16 preguntas estructuradas o cerradas de forma escrita que se presenta en el anexo 14, el cual fue aplicado a las 196 personas establecidos en la muestra.

Se empleó la escala Likert con rangos cualitativos nominales para medir la percepción de la población de Juliaca, respecto a la calidad del agua de la fuente de captación y agua potable domiciliario (Ñaupas et al., 2018).

La confiabilidad y validez del cuestionario utilizado en la presente investigación se sustenta en el instrumento aplicado por Palomino (2023) del cual fue adaptado, dado que mostró objetivos similares, ya que Fernández et al. (2019) afirma que la validez también se rige en comparar el instrumento con el ideal (patrón de oro), vale decir que el adaptar un instrumento aprobado y aplicado genera mayor confiabilidad.

Además, para mejorar la confiabilidad y validez se aplicó la prueba piloto al 10% de la muestra, donde se modificó, reevaluó y mejoró los ítems del cuestionario. De la prueba piloto Mayorga-Ponce et al. (2020) indica que sirve para determinar la factibilidad del instrumento así como la validez interna dado que verifica si el instrumento se comprende de forma directa en campo con la población en estudio.

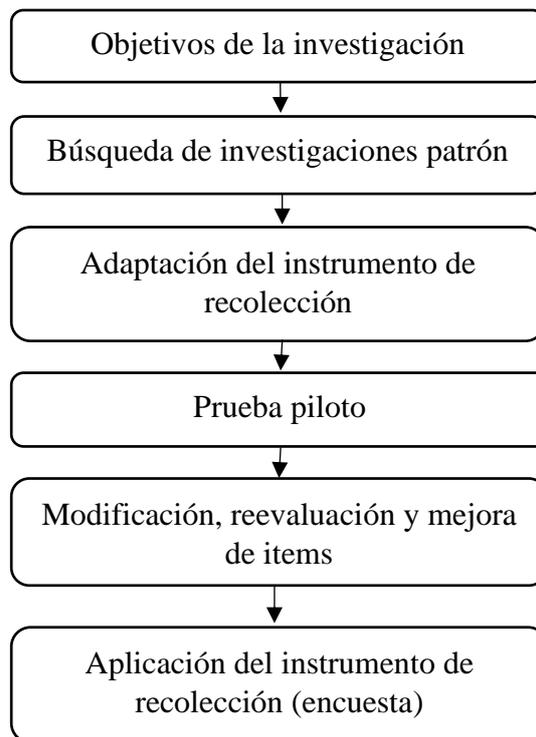


Figura 7. Diagrama de flujo del instrumento de recolección encuesta y aplicación

b. Entrevista

El instrumento metodológico complementario que se empleó fue la guía de entrevista, con un guion de preguntas abiertas en temas particulares como se muestra en el anexo 15. Los puntos de vista y experiencias expresados por los entrevistados fueron textualmente grabados y para conservar la confidencialidad se identificaron solo sus iniciales y el sexo. Dicha información solo permitió cotejar y confirmar los resultados obtenidos en la encuesta (Espinoza, 2019).

c. Observación directa

Se utilizó otra técnica cualitativa complementaria que es la observación directa (Cuno, 2021), lo que también solo permitió cotejar la percepción respecto a la calidad del agua de la fuente de captación y del agua potable (Espinoza, 2019).

Para evaluar e interpretar la percepción local sobre la calidad del agua de la fuente de captación, así como del agua potable domiciliario se realizó mediante dimensiones, donde para la fuente de captación las dimensiones fueron: Aspecto, contaminación, población aledaña y porcentaje de conocimiento, por otra parte, para el agua potable domiciliario fueron: Aspecto/condición, antecedentes de enfermedades de origen hídrico, información y aceptabilidad (Calderon & Barcena, 2023).

Cada dimensión cuenta con dos ítems y los primeros ocho ítems de la encuesta se consideraron para evaluar la percepción de la población sobre la calidad del agua de la fuente de captación, y los últimos ocho ítems se consideraron para la percepción sobre la calidad del agua potable (Calderon & Barcena, 2023).

Para interpretar la percepción local sobre la calidad del agua de la fuente de captación y del agua potable domiciliario se realizó la escala de interpretación y baremación considerando a Calderon & Barcena (2023) las cuales se muestran en la tabla 7 y 8 respectivamente.

Tabla 7

Escala de interpretación y baremación para la percepción de la calidad del agua (fuente de captación)

Calidad del agua	Promedio	Dimensiones			
		Aspecto/condición	Contaminación	Población aledaña	Porcentaje de Conocimiento
Mala	8 - 13.33	Mala	Bastante	Nada	Nada
Regular	13.34 - 18.66	Regular	Poco	Poco	Poco
Buena	18.67 - 24	Buena	Nada	Bastante	Bastante

Tabla 8

Escala de interpretación y baremación para la calidad del agua (potable)

Calidad del agua	Promedio	Dimensiones			
		Aspecto/condición	Antecedentes de enfermedades de origen hídrico	Información	Aceptabilidad
Malo	8 - 13.33	Mala	Bastante	Nada	Mala
Regular	13.34 - 18.66	Regular	Poco	Poco	Regular
Bueno	18.67 - 24	Buena	Nada	Bastante	Buena

3.6.2. Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación

a. Toma de muestras

Las muestras para la determinación de las características fisicoquímicas tanto microbiológicas se recolectaron según el protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, por ende, previo a la toma de muestras se georreferenció los puntos de monitoreo con GPS portátil y se realizó la medición de los parámetros de campo: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura (ANA, 2016).

La toma de muestras se realizó del centro del río (fuente de captación) en contra corriente a una profundidad considerable de 15 a 20 cm, además para la colecta los frascos se enjuagaron dos veces con excepción para el análisis microbiológico (*E. coli*, coliformes totales) y metales, todos los frascos contaron con un rotulado indicando las características del agua (ANA, 2016).

Para las características fisicoquímicas se colectó muestras de 250 mL a 1000 mL de volumen acorde al parámetro por punto de muestreo en frascos de vidrio y plástico, mientras que para las características microbiológicas muestras de 250 mL y 1000 mL según el parámetro de cada punto de muestreo en frascos de vidrio con boca ancha esterilizados, la preservación se realizó para el amoniaco con H_2SO_4 1N y OVL con Lugol, posteriormente la conservación se realizó en un cooler, y terminada la toma de muestras se transportó hacia los laboratorios de la Universidad Nacional de Juliaca para su respectivo análisis (ANA, 2016).

Las muestras de agua para el análisis de metales (Pb, Cd, Fe, Al y As) fueron recolectados en frascos de 100 mL con preservante (HNO_3) enviados por BHIOS laboratorios S. R. L. de Arequipa, los cuales finalizada la recolección de muestras fueron embalados, conservados en un cooler y reenviados a BHIOS laboratorios para su respectivo análisis, adjuntando la cadena de custodia (anexo 18).

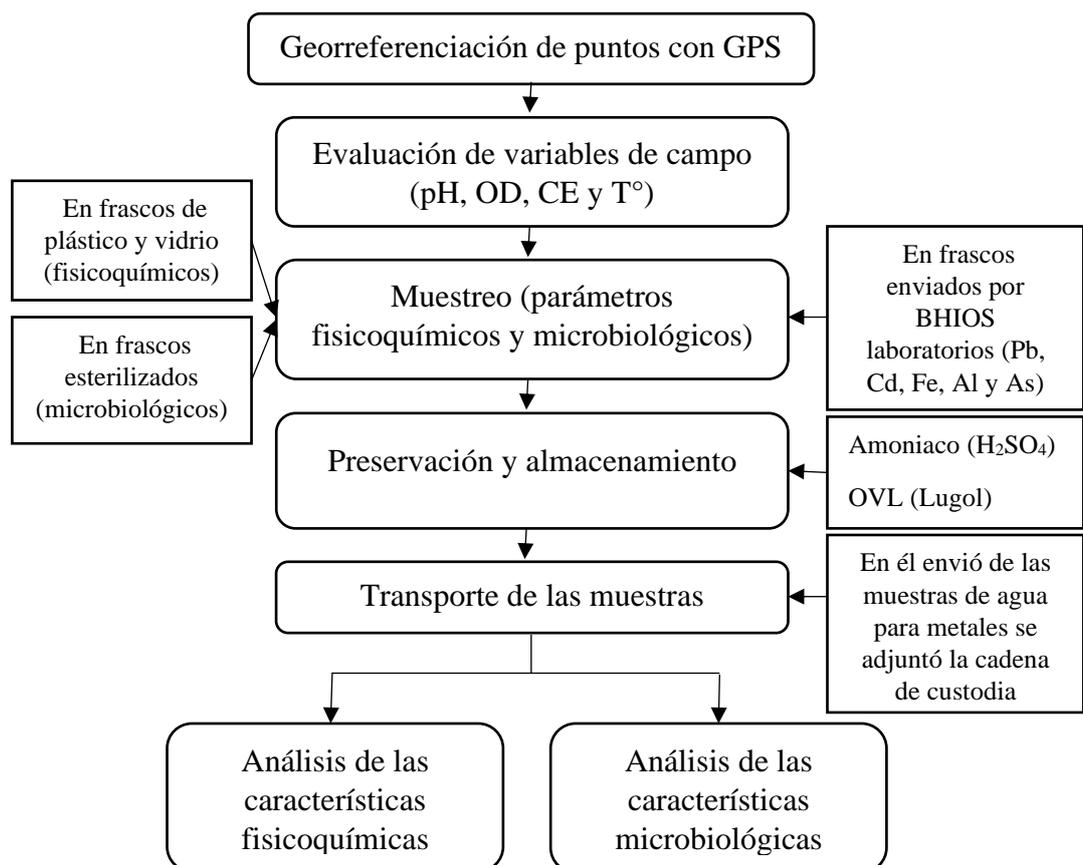


Figura 8. Diagrama de flujo de muestreo de la fuente de captación y análisis

b. Métodos de análisis

El pH, la conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura se midieron in situ, mientras que los parámetros fisicoquímicos (Sólidos totales disueltos, DBO₅, cloruros, dureza, amoníaco y metales) tanto microbiológicos (Coliformes totales, *E. coli*, huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos y organismos de vida libre) en laboratorio mediante los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y aguas residuales (SMEWW - APHA - AWWA - WEF) como se ve en la tabla 9 (Baird, Eaton, & W.Rice, 2018).

Tabla 9

Métodos empleados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la fuente de captación

Parámetro	Método
pH	SM N° 4500 H+ - B
Oxígeno disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G
Conductividad eléctrica	SM N° 2510 – B
Temperatura	SM N° 2550 – B
Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C
DBO ₅	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 D
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B
Dureza	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C
Amoníaco	SMEWW APHA-AWWA-WEF.Part 4500 NH3 F
Metales: plomo, cadmio, hierro, aluminio y arsénico	EPA METHOD 6020B. Rev.2
Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 J
<i>E. coli</i>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 J
Huevos y larvas de helmintos	(Sedimentación) (Fabián, Tello & Náquira 2003)
Quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Concentración por floculación (Gallego et al., 2014)
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, nemátodos y rotíferos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2.c.1, G,

SM: Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y aguas residuales
Fuente: (Baird, Eaton, & W.Rice, 2018)

3.6.3. Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable suministrada a domicilio

a. Toma de muestras

Para la determinación de las características fisicoquímicas tanto microbiológicas las muestras se recolectaron según el protocolo de procedimientos para la toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano de DIGESA, por tanto, primero se determinó la ubicación de los puntos para la toma de muestras con GPS portátil y se realizó la medición de los parámetros de campo: pH, conductividad eléctrica, temperatura y cloro libre (DIGESA, 2015).

La toma de muestras se realizó de grifos o caños que estaban conectados directamente con un ramal de distribución, vale decir que no haya estado comunicado con tanques o filtros domiciliarios, enseguida se retiró cualquier dispositivo, manguera u otro objeto ajeno al grifo, luego se desinfectó externa e internamente con alcohol al 70% y con flama el grifo, posteriormente se abrió la llave y se dejó correr durante dos a tres minutos antes de la toma de muestras, además se recolectó las muestras microbiológicas antes que las muestras para las características fisicoquímicas (DIGESA, 2015).

La colecta de muestras microbiológicas se desarrolló en frascos esterilizados, realizando primero el desamarre del cordón que ajusta la cubierta de papel del frasco, luego se sacó la cubierta del frasco y se puso inmediatamente debajo del chorro de agua, llenándolo hasta dejar un espacio de aire acorde al parámetro, seguidamente se colocó la tapa del frasco, por otra parte para los parasitológicos los frascos de muestreo se desinfectaron con hipoclorito de sodio y alcohol al 90%, las cuales también se llenaron con el chorro de agua del grifo y se agregó el preservante según el parámetro (DIGESA, 2015).

Las muestras fisicoquímicas se colectaron en frascos de plástico o vidrio según el parámetro, las cuales se enjuagaron de dos a tres veces con el agua a ser recolectada, seguido se llenó hasta el límite del frasco y en conformidad al parámetro se añadió el preservante adecuado (DIGESA, 2015).

Para las características microbiológicas se colectó muestras de 250 mL, y a fin de determinar las parasitológicas se recolectó 10 L de cada punto de monitoreo y para las características fisicoquímicas muestras de 250 mL a 1000 mL de volumen acorde al parámetro por punto de muestreo. La conservación y transporte se realizó en un cooler, hacia los laboratorios de la Universidad Nacional de Juliaca para su respectivo análisis (DIGESA, 2015).

Las muestras de metales (Pb, Cd, Fe, Al y As) fueron recolectados en frascos de 100 mL con preservante (HNO₃) enviados por BHIOS laboratorios S. R. L. de Arequipa, los cuales finalizada la recolección de muestras fueron embalados, conservados en un cooler y reenviados a BHIOS laboratorios para su respectivo análisis, adjuntando la cadena de custodia (anexo 18).

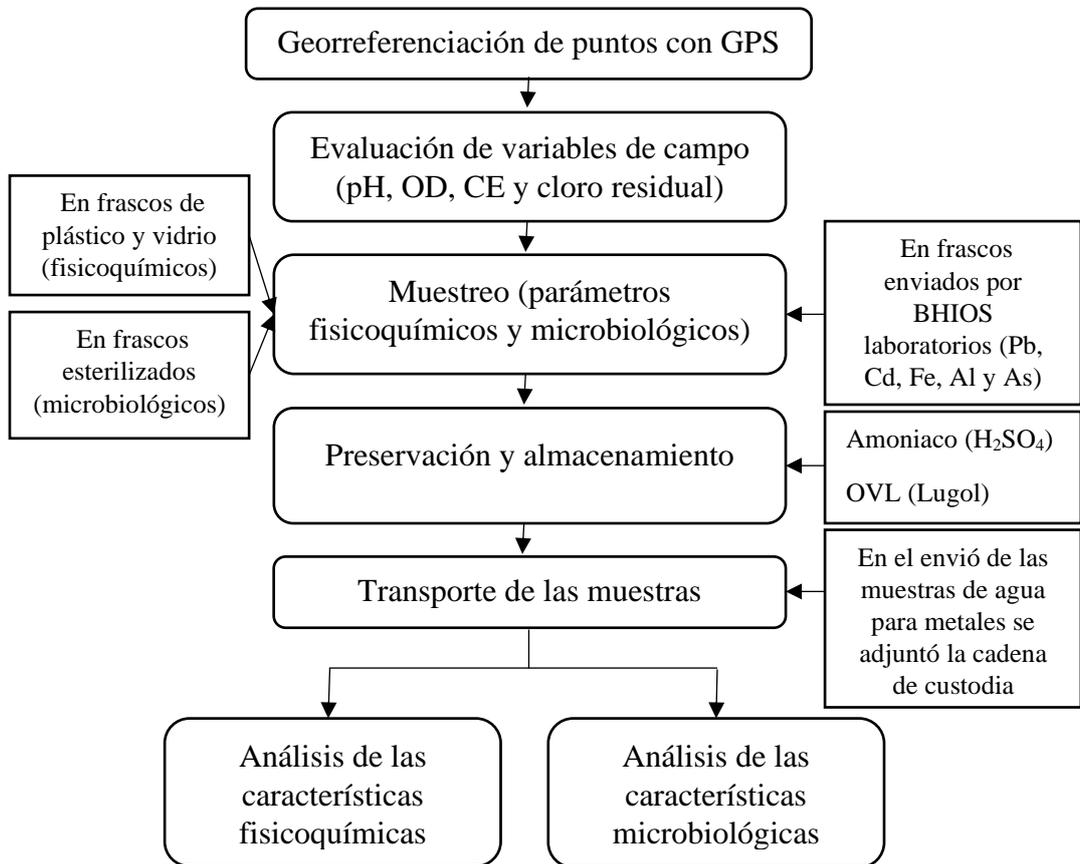


Figura 9. Diagrama de flujo de muestreo del agua potable domiciliario y análisis

b. Métodos de análisis

Con la finalidad de encontrar resultados fiables de las características fisicoquímicas tanto microbiológicas se analizó con los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y aguas residuales (SMEWW - APHA - AWWA - WEF) (Baird, Eaton, & W.Rice, 2018).

El pH, la conductividad eléctrica temperatura y cloro residual se midieron in situ, mientras que los parámetros fisicoquímicos (Sólidos totales disueltos, DBO₅, dureza, amoníaco y metales) tanto microbiológicos (Coliformes totales, *E. coli*, helmintos, quistes y ooquistes, así como organismos de vida libre) en los laboratorios de la sede Capilla y Ayabacas de la Universidad Nacional de Juliaca mediante los métodos que se aprecian en la tabla 10.

Tabla 10

Métodos empleados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable domiciliario

Parámetro	Método
pH	SM N° 4500 H+ - B
Oxígeno disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G
Conductividad eléctrica	SM N° 2510 - B
Temperatura	SM N° 2550 - B
Sólidos totales disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C
DBO ₅	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 D
Cloro residual	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, DPD
Dureza	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C
Amoníaco	SMEWW APHA-AWWA-WEF.Part 4500 NH3 F.
Metales: plomo, cadmio, hierro, aluminio y arsénico	EPA METHOD 6020B. Rev.2
Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 J
<i>E. coli</i>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 J
Huevos y larvas de helmintos	(Sedimentación) (Fabián, Tello & Náquira 2003)
Quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Concentración por floculación (Gallego et al., 2014)
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, nemátodos, rotíferos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2.c.1, G,

SM: Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y aguas residuales
Fuente: (Baird, Eaton, & W.Rice, 2018)

3.7. Prueba estadística

3.7.1. Percepción local

Se utilizó la estadística descriptiva para la evaluación de la percepción local de la población sobre la calidad del agua de la fuente de captación y del agua potable suministrada, puesto que el cuestionario contó con preguntas cerradas (Espinoza, 2019); dicho análisis se realizó con la ayuda del software R.

3.7.2. Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación y del agua potable domiciliario

Los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas y microbiológicas tanto de la fuente de captación como del agua potable suministrada a domicilio, fueron procesados basada en el análisis de varianza ANOVA (Martínez, 2017). El análisis estadístico tuvo como objetivo comparar la media de los parámetros entre los puntos de monitoreo (variación espacial) y los meses de monitoreo (variación temporal) (Santome, 2023).

Para el análisis de las variaciones de cada parámetro ya sea fisicoquímico o microbiológico se procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA con el diseño de bloques completos al azar, donde se tomó al tiempo como bloque (Santome, 2023).

El procesamiento para la fuente de captación fue con los datos obtenidos de los tres (03) puntos de muestreo por un periodo de tres (03) meses, mientras que el procesamiento para el agua potable domiciliario fue con los datos obtenidos de los seis (06) puntos de muestreo por un periodo de tres (03) meses.

Considerando a Santome (2023) el modelo estadístico fue el Diseño de Bloques Completos al Azar:

$$y_{ij} = \mu + \tau I + \beta J + \varepsilon IJ \quad (2)$$

$$i = 1, 2, 3 \dots \tau$$

$$j = 1, 2, 3$$

Donde:

- μ : Media general del parámetro (pH, OD, CE, T, SDT, DBO₅, cloruros, amoníaco, dureza, Pb, Cd, Fe, Al, As, coliformes totales, *E.coli*, huevos/larvas de helmintos, quistes/ooquistes y OVL)
- τI : Efecto de i-ésimo tratamiento (puntos de muestreo) (PM-1, PM-2, PM-3 para fuente de captación) y (PMRD-1, PMRD-2, PMRD-3, PMRD-4, PMRD-5, PMRD-6 para potable)
- βJ : Efecto del j-ésimo bloque (mayo, junio, julio)
- εIJ : error experimental en la unidad j del tratamiento i

Para la identificación cuál de las medias son diferentes o están fuera de los intervalos de confianza después de realizar el ANOVA se utilizó la prueba de Tukey.

Para el análisis estadístico se hizo uso del software R.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Percepción local sobre la calidad del agua de la fuente de captación y del agua potable suministrada

Según datos generales la edad de los encuestados osciló de 18 a 63 años, por otro lado, en términos de género el 40.82 % fueron varones y el 59.18 % fueron mujeres siendo la mayoría, probablemente debido a que son las que suelen realizar las tareas del hogar, puesto que la parte de la encuesta presencial se realizó durante el día en horario de 9:00 am a 4:00 pm.

4.1.1. Percepción local sobre la calidad del agua de la fuente de captación

Los datos perceptivos recopilados de los pobladores sobre la calidad del agua de la fuente de captación (río Coata), considerando las dimensiones: Aspecto/condición, contaminación, población aledaña y porcentaje de conocimiento se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 11

Percepción de las dimensiones que determinan la calidad del agua (río Coata)

Dimensión	Escala	Frecuencia	%	% acumulado
Aspecto/condición	Mala	90	45.92	45.92
	Regular	106	54.08	100
	Buena	0	0	100
	Total	196	100.00	
Contaminación	Bastante	114	58.16	58.16
	Poco	65	33.16	91.32
	Nada	17	8.68	100
	Total	196	100.00	
Población aledaña	Bastante	97	49.49	49.49
	Poco	77	39.29	88.78
	Nada	22	11.22	100
	Total	196	100.00	
Porcentaje de conocimiento	Nada	110	56.12	56.12
	Poco	78	39.80	95.92
	Bastante	8	4.08	100
	Total	196	100.00	

Según la tabla 11, los encuestados (54.08%) consideraron que hasta la actualidad presento cambios en su aspecto (no es limpia y presenta impurezas), también se aprecia que el 58.16% reconocieron que se encuentra bajo procesos de contaminación (residuos sólidos y aguas residuales), del cual (Gil et al., 2022) asevera que son los principales factores que afectan la calidad del agua en fuentes superficiales que atraviesan ciudades, además se puede observar que el 49.49% de los encuestados considera que el impacto de la población aledaña es bastante en la degradación hídrica de la fuente de abastecimiento, por último, se puede contemplar que el 56.12% de los encuestados considera que la población necesita más conocimiento para garantizar la salubridad del agua de la fuente de captación.

La evaluación de la percepción sobre la calidad del agua de la fuente de captación se basa en las dimensiones presentadas en la tabla 11, aplicando la escala de interpretación y baremación (tabla 7), cuyo resultado se aprecia en la tabla 12.

Tabla 12

Percepción sobre la calidad del agua de la fuente de captación

Calidad del agua	Promedio	Frecuencia	%	% acumulado
Mala	8 - 13.33	103	52.55	52.55
Regular	13.34 - 18.66	81	41.33	93.88
Buena	18.67 - 24	12	6.12	100
Total		196	100.00	

De acuerdo a la tabla 12 el 52.55% percibe que la condición del agua de la fuente de captación (río Coata) es mala, lo que indica que la población evaluada de Juliaca fueron objetivos acerca de la contaminación del agua en la fuente de abastecimiento, puesto que según los resultados del análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación río Coata (segundo objetivo), los parámetros oxígeno disuelto y arsénico no cumplen los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría I subcategoría A2 (Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional) indicando que el agua es de mala calidad en términos de los parámetros mencionados.

Según Ortiz-Gómez, Nuñez-Espinoza, & Mejía-Castillo (2019) a medida que pasan los años, la calidad del agua de una fuente superficial disminuye notablemente debido a la influencia de una amplia gama de factores, entre ellos aspectos sociales, económicos e industriales, por ende es indispensable que la población perciba la realidad de la fuente de abastecimiento de agua potable y no simplemente se muestre indiferente (Bolívar & Pulido, 2022), dado que el conocer las percepciones, permiten analizar y entender mejor sus interacciones recíprocas y el impacto que tienen en el entorno (Espinoza-Muñoz, 2019).

Con la información perceptiva se propone formular indicadores para monitorear y evaluar el desempeño de los programas de gestión ambiental en la mitigación de la contaminación de la fuente de abastecimiento, similar a lo que planteó Espinoza-Muñoz, (2019) en su investigación, también se sugiere desarrollar programas de concientización y sensibilización para proteger las fuentes de agua y prevenir la contaminación (Ortiz-Gómez et al., 2019).

4.1.2. Percepción local sobre la calidad del agua potable domiciliario

Los datos recopilados y presentados mediante las dimensiones: aspecto/condición, antecedentes de enfermedades de origen hídrico, información y aceptabilidad se muestran en la tabla 13.

De la tabla 13 se aprecia que el 78.06% de los encuestados considera al aspecto (color, olor y sabor) del agua potable como aceptable, de igual modo se aprecia que el 46.42% afirma no haber tenido antecedentes de enfermedades relacionadas con el agua potable que consumen, caso contrario según Gil et al. (2022) los problemas de salud serían atribuidos a bacterias entéricas transmitidas por el agua de consumo, también se observa que el 61.22% de los encuestados considera que la información recibida sobre la calidad del agua potable es limitada y mínima lo cual refleja a una preocupación, por último, se aprecia que 61.74% de los encuestados dan a entender que su aceptabilidad del estado del agua potable domiciliario es regular, a la vez se detectó inconformidad respecto a la cantidad disponible y frecuencia de suministro del agua potable.

Tabla 13

Percepción de las dimensiones que determinan la calidad del agua potable

Dimensión	Escala	Frecuencia	%	% acumulado
Aspecto/condición	Mala	41	20.92	20.92
	Regular	153	78.06	98.98
	Buena	2	1.02	100
	Total	196	100.00	
Antecedentes de enfermedades de origen hídrico	Bastante	47	23.99	23.99
	Poco	58	29.59	53.58
	Nada	91	46.42	100
	Total	196	100.00	
Información	Bastante	120	61.22	61.22
	Poco	45	22.96	84.18
	Nada	31	15.82	100
	Total	196	100.00	
Aceptabilidad	Mala	65	33.16	33.16
	Regular	121	61.74	94.9
	Buena	10	5.10	100
	Total	196	100.00	

En base a los resultados de las dimensiones detalladas en la tabla 13, se aplicó la escala de interpretación y baremación (tabla 8), obteniendo la percepción sobre la calidad del agua potable domiciliario el cual se aprecia en la tabla 14.

Tabla 14

Percepción sobre la calidad del agua potable domiciliario

Calidad del agua	Promedio	Frecuencia	%	% acumulado
Mala	8 - 13.33	68	34.69	34.69
Regular	13.34 - 18.66	94	47.96	82.65
Buena	18.67 - 24	34	17.35	100
Total		196	100.00	

De acuerdo a la tabla 14 el 47.96% percibe que la calidad del agua potable domiciliario es regular (consumible), lo que indica que la población evaluada mostro un grado moderado de objetividad, puesto que según los resultados del análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable domiciliario (tercer objetivo), los parámetros Al, As y OVL exceden el LMP del D.S. N° 031- 2010, indicando que el agua no es apta para consumo en términos de los parámetros mencionados.

Según Ortiz-Gómez et al. (2019) los hallazgos concuerdan con la tendencia nacional que dan a entender que pese a la mejoría en lo que es cobertura, los problemas tanto de acceso y calidad del agua impactan considerablemente a la población, sin embargo es un derecho acceder a una buena calidad de este recurso (Dueñas & Hinojosa, 2021) ya que una exposición generalizada de la población puede llegar a un riesgo crónico en la salud pública (Villena, 2018), por ello se debe dar más importancia por parte de las autoridades para la mejora debido a que se observa una despreocupación respecto a la calidad y cantidad de agua suministrada (Radio Onda Azul AC., 2021). Los resultados pueden establecer comparación con el estudio de Calderon & Barcena (2023) en Palccaro Apurímac, donde la percepción sobre la calidad del agua para consumo resultó ser también regular afirmándolo el 51.92% de la población.

Con los datos perceptivos se plantea como alternativa diseñar estrategias de salud pública y mejorar la seguridad hídrica, al igual que propone en su estudio Ratelle et al. (2022), dado que la información muestra que existe un interés de conocer las características fisicoquímicas como microbiológicas del agua para consumo; así también plantear el mantenimiento y mejoramiento de la red de distribución, además de realizar campañas de cuidado del agua, de no desperdiciarla y del conocimiento de su calidad (Ortiz-Gómez et al., 2019).

4.2. Concentraciones de las características fisicoquímicas y microbiológicas en la fuente de captación

Los resultados de las características analizadas se muestran en la tabla 15.

Tabla 15

Resumen de las concentraciones de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación

Parámetros	Unidad	Media (meses)			Mayo - Julio 2023				ECA I A2
		Mayo	Junio	Julio	Mínimo	Máximo	Mediana	Media	
pH	Unidad de pH	8.11	7.96	7.88	7.85	8.20	7.96	7.98	5.5 - 9.0
OD	mg L ⁻¹	1.96	0.60	2.09	0.45	3.08	1.48	1.55	≥5
CE	μS/cm	817.33	1030.33	1185.00	803.00	1261.00	1031.00	1010.89	1600
T°	°C	13.20	8.90	8.91	8.15	13.51	9.42	10.34	Δ 3
SDT	mg L ⁻¹	501.00	648.00	624.00	496.00	690.00	607.00	591.00	1000
DBO ₅	mg L ⁻¹	4.00	5.57	4.57	3.30	6.70	4.70	4.71	5
Cloruros	mg L ⁻¹	239.33	228.23	227.67	219.99	243.20	236.60	231.74	250
Dureza	mg L ⁻¹	162.67	211.00	223.00	159.00	232.00	209.00	198.89	**
Amoniaco	mg L ⁻¹	0.10	0.02	0.04	0.02	0.13	0.04	0.056	1.5
Plomo (Pb)	mg L ⁻¹	0.0009	0.0006	0.0005	0.0004	0.00100	0.0006	0.00069	0.05
Cadmio (Cd)	mg L ⁻¹	0.00004	0.000027	0.00003 7	0.00002	0.00004	0.0004	0.000034	0.005
Hierro (Fe)	mg L ⁻¹	0.296	0.300	0.296	0.274	0.334	0.292	0.298	1
Aluminio (Al)	mg L ⁻¹	0.040	0.046	0.07	0.03	0.10	0.05	0.053	5
Arsénico (As)	mg L ⁻¹	0.0222	0.0216	0.0218	0.0206	0.0238	0.0222	0.0219	0.01
Coliformes totales	UFC/100 mL	241	226.00	234.00	198	288	233	234	**
<i>E. coli</i>	UFC/100 mL	21	74.00	40.00	15	108	31	46	**
Huevos y larvas de helmintos	Helmintos L ⁻¹	1	3	3	1	5	3	3	**
Quistes y ooquistes	Quistes L ⁻¹	1	2	2	1	4	2	2	**
Organismos de vida libre	Org. L ⁻¹	61	55	51	41	74	55	56	<5x10 ⁶

ECA I A2= Estándar de Calidad Ambiental para agua categoría I – subcategoría A2

** Indica que el parámetro no aplica a esta subcategoría que es el A2

Los valores de pH (tabla 15) resultaron ser ligeramente alcalinas, las medias mensuales fueron 8.11, 7.96 y 7.88, según Pineda et al. (2019) se debe a minerales como el calcio y magnesio dado que los mismos se encuentran en concentraciones considerables en las aguas del río Coata que atraviesa la ciudad de Juliaca, otro factor se estima a las temperaturas bajas que se detectaron en el período de análisis dado que este parámetro influye en la variación del pH en el agua, puesto que afecta en la disociación del agua en iones H^+ y OH^- , lo que puede cambiar la concentración de iones H^+ . (QuercusLab, 2018), además puede estar relacionado con el $CaCO_3$ pues cuando este se disuelve en agua, se forma bicarbonato (HCO_3^-) y iones calcio (Ca^{2+}), lo que puede aumentar la concentración de iones HCO_3^- , lo cual al reaccionar con el H^+ forma el ácido carbónico (H_2CO_3) afectando el pH (Cuellar et al., 2019).

Los resultados del OD (tabla 15) fueron menores al valor mínimo de 5 mg O_2/L establecido en el Estándar de Calidad Ambiental en agua categoría I, subcategoría A2, lo que indica una calidad deficiente en cuanto a este parámetro, puesto que es un componente crucial de la calidad del agua de los ríos (Post et al., 2018). Los factores que condicionan su concentración según Mainali & Chang (2021) son la densidad de población circundante, la época, el porcentaje de arena y grava en el río, además se le atribuye, al pH con tendencia alcalina y a la ausencia de precipitaciones debido a que tiene incidencia en este parámetro (González et al., 2019).

Según la tabla 15 la CE presentó un incremento ascendente respecto al tiempo (817.33 $\mu S/cm$ en mayo, 1030.33 $\mu S/cm$ en junio y 1185 $\mu S/cm$ en julio), las cuales no sobrepasan los estándares nacionales, los valores obtenidos son similares a los resultados del análisis de valor medio que realizó SEDA JULIACA S.A. (2022) en el año 2021 por el punto de captación que fue de 865 a 1234 $\mu S/cm$. Según Teves (2016) es influenciado por el terreno que atraviesa el río, por la disolución de minerales como calcio y magnesio y Pineda et al. (2019) afirma que en el río Coata por los puntos de monitoreo hay presencia de los minerales mencionados. Por otro lado, Rodríguez-Alvarez et al. (2017) menciona que si la temperatura es alta la conductividad es alta, lo cual se debe a que la temperatura aumenta la energía cinética de los iones disueltos lo que les permite moverse más rápido y aumentar la conductividad.

La temperatura en la fuente de captación (tabla 15) varía entre 8.15 a 13.51 °C, además en junio y julio se presentaron temperaturas más bajas por el incremento de las heladas en ese periodo, ya que SENAMHI (2023) informó que en los meses mencionados hubo una mayor recurrencia de heladas en la región de Puno, por otro lado Teves (2016) indica que el orden y el horario de toma de muestras también influye en la determinación de este parámetro. Por otra parte cabe mencionar que la temperatura influye en la cantidad del OD, debido a que acelera el proceso de la fotosíntesis como de la remoción de la carga orgánica (ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A., 2012); los valores de los resultados obtenidos presenta similitud con Inquilla (2020) puesto que obtuvo 12.9 °C.

Por otro lado, los valores de SDT (tabla 15) variaron de 496 a 690 mg/L, las cuales no sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental para SDT en agua IA2 que es 1000 mg/L, los resultados presentan similitud con Callasaca-Pacheco et al. (2022) quien reportó entre 511 a 548 mg/L muestras por el puente independencia, la presencia de SDT en las aguas superficiales se debe a los procesos de meteorización tanto física, química y biológica del terreno por la que atraviesa el río (Briceño, 2018), así también puede deberse a la influencia antrópica, ya que en el mes de junio SEDA JULIACA aumentó la barrera de piedras y lastre que retiene el agua para captación, por ende se haya obtenido concentraciones más elevadas en junio.

En los resultados de DBO₅ de la fuente de captación (tabla 15), el punto PM-1 en mayo y junio sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental en agua categoría I, subcategoría A2, también el punto PM-3 sobrepasa la normativa en junio y julio, sin embargo, la media es 4.71 mg/L el cual está por debajo de la normativa, como el DBO₅ cuantifica la materia orgánica biodegradable (Hussain et al., 2021), puede deberse por el vertimiento de aguas residuales y residuos orgánicos (Callasaca-Pacheco et al., 2022). Los valores obtenidos fueron similares a los resultados de Inquilla (2020), quien reportó un promedio de 5.3 mg/L de DBO₅ en el río Coata por las cercanías de la desembocadura del río Torococha en el año 2019 de mayo a julio, en cambio Callasaca-Pacheco et al. (2022) informó un valor de 760 mg/L por el puente independencia en el año 2018 lo cual es muy diferente a nuestro resultado.

Las concentraciones de cloruros (tabla 15) en los resultados comprenden de 219.9 a 243.2 mg/L y la media mensual más alta fue 239.33 mg/L en mayo las cuales no sobrepasan el estándar nacional que es 250 mg/L este parámetro está influenciado por los minerales presentes en el agua y los valores obtenidos fueron ligeramente mayores a lo que reportó SEDA JULIACA S.A. (2022) que fue 215 mg/L en junio del año 2021 de la fuente de captación, en cambio Callasaca-Pacheco et al. (2022) obtuvo una concentración de 466.76 mg/L en época de estiaje el año 2018 por el puente independencia, lo que supera totalmente nuestros resultados, Rukavishnikov et al., (2024) sustenta que los valores altos se obtienen en la época de estiaje, sin embargo, se contradice esta afirmación ya que ambas investigaciones se han realizado en épocas similares de estiaje pero los resultados son muy inversos.

Los valores obtenidos de la dureza total (tabla 15) varían entre 159 a 232 mg CaCO/L y no son perjudicables en el tipo de tratamiento convencional del agua, además son ligeramente menores a los resultados de SEDA JULIACA S.A. (2022) quien reportó 245 mg CaCO/L de promedio en la fuente de captación para el mes de junio en el año 2021, lo cual Inquilla (2020) sustenta que es por la presencia de minerales de calcio y magnesio en la zona de muestreo, lo cual es consistente dado que la dureza del agua representa la cantidad de metales alcalinotérreos (Solís, Zúñiga & Mora, 2018), calcio y magnesio sean por la disolución de rocas (calizas y dolomías) (González, 2020).

Para la fuente de captación los valores del amoníaco en forma de nitrógeno amoniacal (tabla 15) resultaron de 0.02 a 0.13 mg/L, sin embargo, no sobrepasan la normativa nacional que es 1.5 mg/L, los valores que se obtuvo son moderadamente mayores a los resultados de Pacheco et al. (2020), quienes en su investigación reportaron de 0,045 mg/L a 0,34 mg/L en el mes de octubre en el río lí, a la cual se atribuyó a las descargas de afluentes de la ciudad de Durazno y en nuestra investigación se presume que por los afluentes de la ciudad de Juliaca. Este parámetro es un componente valioso a considerar (caballero, 2017), ya que pueden desencadenar una serie de reacciones químicas (con el O₂ para formar nitritos y nitratos) y microbianas (como fuente de nitrógeno para bacterias por ende estimular su crecimiento y su actividad) (González, 2013), no obstante, en los resultados obtenidos no son propias de suceder.

Los resultados del plomo (Pb) de la fuente de captación (tabla 15) varía de 0.0004 a 0.001 mg Pb/L con concentraciones mayores en los puntos PM-1 y PM-3 que fue 0.001 mg Pb/L en el mes de mayo, no sobrepasando el Estándar de Calidad Ambiental en agua categoría I, subcategoría A2. Los resultados obtenidos son considerablemente menores a lo que obtuvo Inquilla (2020) que fue 0.005 mg Pb/L en el río Coata en el año 2019, sin embargo, Callasaca-Pacheco et al. (2022) en sus resultados reportó 0.030 mg Pb/L en época de estiaje por el puente independencia en el año 2021 el cual supera aún más nuestros resultados, ambos sustentan que puede deberse a causa de los residuos sólidos así como otras actividades informales, lo que también se supone en nuestra investigación además de la minería que se da en la cuenca alta y por los vertimientos de aguas residuales (Brito et al., 2022), la calidad del agua de la fuente de captación no está muy afectada por este parámetro, porque si fuera lo contrario afectaría al ecosistema acuático, a los animales que consumen el agua provocando mortandades (Inquilla, 2020) y esta sería no apta para la potabilización y consumo con tratamiento convencional, ya que afectaría a la salud de la población (Avalos, 2023).

Los valores obtenidos de Cd (tabla 15) varían de 0.00002 a 0.00004 mg Cd/L y son considerablemente menores a los resultados que obtuvo Tielia de la Cruz (2021) que fue 0.00825 mg Cd/L en las aguas del río grande en el distrito de Huamachuco. Generalmente el incremento de los niveles de contaminantes como el cadmio son por las actividades antrópicas que generan residuos y efluentes (Aguirre et al., 2021), por ende en nuestro estudio la fuente de captación no escapa de ello principalmente la que se genera en la cuenca alta del río Coata, así como en la ciudad de Juliaca, además Gamboa (2019) refiere que también la gestión irresponsable de los residuos industriales lo hace estar presente en aguas superficiales. Si los resultados fueran un poco mayores a los obtenidos se tendría que priorizar este contaminante ya que su acumulación y distribución en aguas superficiales pueden volverlos bastante peligrosos (Salas-Mercado, Hermoza, & Salas-Ávila 2020), dado que amenaza la salud de la fauna, flora y humana (Muñoz, 2022), así como también la seguridad alimentaria porque su acumulación y absorción en las plantas conduce a la cadena alimentaria (Shaari et al., 2024).

Para la fuente de captación los valores de hierro (Fe) (tabla 15) resultaron de 0.274 a 0.334 mg Fe/L, las cuales no sobrepasaron el ECA en agua categoría I, - subcategoría A2, siendo el máximo en el punto PM-2 en el mes de mayo, el cual se presume que fue por el desprendimiento de las tuberías de captación para la potabilización de agua para consumo humano, ya que dos de cinco tuberías son de acero (SEDA JULIACA S.A., 2022). Según Rodríguez et al. (2019) este parámetro también proviene de la disolución minerales, aguas residuales o residuos sólidos cuyo contenidos presenten acero. Los valores obtenidos son ligeramente mayores a los resultados de SEDA JULIACA S.A. (2022) que fue 0.213 mg Fe/L en el punto de captación en junio del 2021, por otro lado Belizario et al. (2019) en sus resultados reportó una concentración de 0.594 mg Fe/L del puente independencia en época de avenidas en el año 2017, el cual es moderadamente mayor a nuestros resultados en la fuente de captación. Por tanto la concentración es mayor en época de avenidas, sin embargo Cuellar et al. (2019) menciona que el factor de bioacumulación de este metal pesado es mayor en la temporada donde aumenta la temperatura, es decir en la época de estiaje.

Los resultados del aluminio (Al) (tabla 15) varia de 0.03 a 0.1 mg Al/L con concentración máxima en el punto PM-3 en el mes de julio, en aguas superficiales este parámetro es liberado a causa de los procesos naturales, procesos de erosión y por las acciones antrópicas principalmente (Rubio et al., 2017), sin embargo están por debajo del Estándar de Calidad Ambiental en agua categoría I, subcategoría A2. Los valores obtenidos son similares al resultado de Callasaca-Pacheco et al. (2022) que fue 0,093 mg Al/L en el puente independencia en época de estiaje y 0.375 mg Al/L en época de avenidas en el año 2019, por otro lado Belizario et al. (2019) en sus resultados del puente independencia reportó 0.718 mg Al/L en avenidas y 0.000 mg Al/L en estiaje en el año 2017., cabe mencionar que el aluminio conlleva a un peligro cuando el pH del agua es menor a 6 (Rubio et al., 2017), y en nuestra investigación los valores del pH fueron superiores a 6 por lo que no tendrá incidencias negativas.

Para la fuente de captación los valores de arsénico (As) (tabla 15) resultaron de 0.0204 a 0.0223 mg As/L, las cuales sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental en agua categoría I, - subcategoría A2, lo cual es preocupante, el arsénico en gran medida tiene un origen natural pero también puede ser generada por acción antrópica (Pauta et al., 2021). Este parámetro representa una amenaza para los consumidores por ser tóxico (Pauta et al., 2021), además esta puede traspasarse a través de la cadena trófica (Morales et al., 2018), cabe mencionar también que su biodisponibilidad en el agua está condicionado por parámetros como el pH (Morales et al., 2017), por ende se tiene que priorizar este contaminante en la fuente de captación dado que puede influir en la salud humana puesto que presenta riesgos cancerígenos (Lam-Vivanco et al., 2022). Los valores resultantes son similares al resultado máximo que reportó SEDA JULIACA S.A. (2022) en junio que fue 0.026 mg As/L en la captación en el año 2021, por otro lado Callasaca-Pacheco et al. (2022) indicó que en sus resultados obtuvo un valor de 0.042 mg As/L en época de estiaje en el año 2018, siendo este considerablemente mayor a nuestros resultados.

Los resultados obtenidos de coliformes totales en la fuente de captación (tabla 15) varían entre 198 a 288 UFC/100 mL, las cuales no sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental en agua categoría I, subcategoría A2, donde la concentración máxima fue en el punto PM-3 en julio y como las bacterias coliformes son indicadoras de polución fecal (Cortez et al., 2019) pueda deberse por las heces de animales como de humanos, residuos sólidos con materia fecal que se encuentran en las riberas de la fuente de captación, así también pueda ser causa de las aguas residuales de la ciudad de Juliaca (Inquilla, 2020). Durante la recolección de muestras se pudo apreciar residuos de camal por el punto PM-3, además de animales (ovinos y canes), cabe mencionar que también la temperatura alta y el caudal bajo generan una mayor proliferación y supervivencia de estos microorganismos (Campaña, Gualoto, & Chiluisa-Utreras, 2017), por ende es importante la conservación de la calidad del agua de los ríos y según Mora y Calvo (2010) esto está vinculada estrechamente con las actividades económicas y sociales. Los valores obtenidos son ligeramente mayores al resultado máximo que reportó SEDA JULIACA S.A. (2022) en el mes de junio que fue de 220 UFC/100 mL en captación en el año 2021.

Los valores obtenidos de *E. coli* (tabla 15) varía de 15 a 108 UFC/100 mL, este microorganismo indica una contaminación reciente así como la polución con otros agentes patógenos como la *Salmonella* (Rock & Rivera, 2014). Los resultados obtenidos son moderadamente menores a los que reportó Cornejo (2020) que fue de 100 a 600 UFC/100 mL en el río Socabaya. Según Plúas-Chiquito et al. (2020) las aguas residuales y los residuos que presentan materia fecal son causa de la alteración de las condiciones fisicoquímicas del agua con el que también se concuerda. Esta bacteria tiene efectos en la salud de las personas ya que son causantes de infecciones gastrointestinales principalmente (Moreno-Montoya et al., 2022).

Los valores de huevos y larvas de helmintos (tabla 15) fueron de 2 a 5 helmintos/L en la fuente de captación y la presencia de estos huevos indica una contaminación por enteroparásitos, a diferencia de las bacterias estas son más resistentes al sistema de tratamiento de agua para consumo humano (IMTA, 2020), por ende pueda presentar ser un riesgo para la salud pública, además de los animales que la beben (Pacherres, 2019). Los valores de quistes y ooquistes (tabla 16) varían de 1 a 4 org./L en la fuente de captación, estos valores son similares a lo que reportó Araujo & Benito (2017) que fue 2 org/L de quistes protozoarios en la captación paltamachay, estos organismos son más resistentes a condiciones hostiles (Juárez & Rajal, 2013), así también Paredes y Quinto (2016) menciona que presenta resistencia al cloro, por ende estos quistes y ooquistes de protozoarios causan afecciones intestinales ya que el agua es considerado el vehículo diseminador más importante (Castillo & Rovira, 2019).

Para la fuente de captación los valores de los OVL (tabla 15) fueron de 41 a 74 org/L, las cuales no sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental en agua categoría I, - subcategoría A2. Los valores obtenidos son considerablemente menores al resultado que reportó Torres (2023) que fue 2.3×10^5 org/L en las fuentes de las comunidades estudiadas, por otro lado Rivera & Garcia (2017) obtuvo resultados de 754 Org/L en la fuente natural de la quebrada, además SAG S.A.C. (2016) informó una concentración de 160 org/L en su mayoría fueron algas. Los organismos de vida libre se pueden encontrar en lugares donde hay humedad, como en todas las fuentes de agua dulce hasta incluso en aguas contaminadas (Rivera & Garcia, 2017).

4.2.1. Análisis de varianza de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación

Previo al análisis de varianza se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk cuyos resultados se aprecian en el anexo 10, por ende, si la distribución de los resultados fue normal se examinó con la prueba estadística paramétrica ANOVA, en cambio sí resultó no normal con la prueba estadística no paramétrica Friedman.

Se realizó pruebas estadísticas de análisis de varianza respecto a los puntos de muestreo (variación espacial) y el bloque mes (variación temporal) para verificar las diferencias o uniformidades existentes entre ellas, los cuales estadísticamente se verificó con la prueba de Tukey (anexo 11).

En la tabla 16, para punto (puntos de muestreo) se aprecia que el nivel de significancia de los parámetros: pH, OD, CE, SDT, DBO₅, dureza, amoníaco, Pb, Cd, Fe, Al, As, coliformes totales, *E. coli*, huevos y larvas de helmintos, por último, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos, superaron el valor de confianza 0.05, por lo tanto, podemos inferir que las medias de los resultados no tienen diferencias significativas, es decir no existe una variación espacial de estas características. Por otro lado, el nivel de significancia de los parámetros: temperatura, cloruros y OVL fueron menores al valor de confianza 0.05, por ende, podemos indicar que las medias de los valores tienen diferencias significativas, vale decir que si existe una variación espacial de dichos parámetros.

De la tabla 16, se observó que para bloque mes (meses de muestreo) el nivel de significancia de los parámetros: DBO₅, cloruros, Cd, Fe, Al, coliformes totales, *E. coli*, huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos por último OVL superaron el valor de confianza 0.05, en consecuencia, podemos inferir que las medias de los resultados no tienen diferencias significativas, es decir no existe una variación temporal de los parámetros detallados, por otra parte el nivel de significancia de los parámetros: pH, OD, T, CE, SDT, dureza, amoníaco, Pb, As, fueron menores al valor de confianza 0.05, por ende, podemos inferir que las medias de los resultados tienen diferencias significativas, en otros términos si existe una variación temporal de dichos parámetros.

Tabla 16

ANOVA para los valores de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente de captación

Parámetro	Fuente	Varianza	Significación
pH	Punto	0.48788	No significativo
	Bloque (Mes)	0.01184	Significativo
OD	Punto	0.18466	No significativo
	Bloque (Mes)	0.03051	Significativo
CE	Punto	0.387205	No significativo
	Bloque (Mes)	0.000718	Significativo
T	Punto	0.013	Significativo
	Bloque (Mes)	0.00003	Significativo
SDT	Punto	0.41077	No significativo
	Bloque (Mes)	0.00436	Significativo
DBO ₅	Punto	0.4140	No significativo
	Bloque (Mes)	0.1747	No significativo
Cloruros	Punto	0.03265	Significativo
	Bloque (Mes)	0.08495	No significativo
Dureza	Punto	0.1181	No significativo
	Bloque (Mes)	0.0004	Significativo
Amoniaco	Punto	0.406637	No significativo
	Bloque (Mes)	0.008727	Significativo
Pb	Punto	0.17998	No significativo
	Bloque (Mes)	0.01029	Significativo
Cd*	Punto/ mes	0.607	No significativo
Fe	Punto	0.3723	No significativo
	Bloque (Mes)	0.9597	No significativo
Al	Punto	0.2500	No significativo
	Bloque (Mes)	0.1005	No significativo
As	Punto	0.13314	No significativo
	Bloque (Mes)	0.00896	Significativo
Coliformes totales	Punto	0.7603	No significativo
	Bloque (Mes)	0.8855	No significativo
<i>E. coli</i>	Punto	0.7728	No significativo
	Bloque (Mes)	0.1450	No significativo
Helmintos*	Punto/ mes	0.0821	No significativo
Quistes*	Punto/ mes	0.273	No significativo
	Punto	0.01624	Significativo
OVL	Bloque (Mes)	0.13131	No significativo

*Aquellos que se analizaron con la prueba no paramétrica Friedman

4.3. Concentraciones de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable suministrada a domicilio

Los resultados de las características analizadas se evidencian en la tabla 18:

Tabla 17

Resumen de las concentraciones de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable domiciliario

Parámetros	Unidad	Medias (Meses)			Mayo - Julio 2023				LMP
		Mayo	Junio	Julio	Mínimo	Máximo	Mediana	Media	
pH	Unidad de pH	7.66	7.82	7.74	7.45	8.03	7.76	7.74	6.5 a 8.5
OD	mg L ⁻¹	0.82	0.38	0.60	0.00	2.74	0.45	0.60	**
CE	µS/cm	879.50	1110.17	995.17	871.00	1140.00	992.50	994.94	1500
T°	°C	10.86	10.59	10.73	6.86	15.59	9.89	10.73	**
SDT	mg L ⁻¹	395.50	699.83	395.50	255.00	1050.00	477.00	496.94	1000
DBO ₅	mg L ⁻¹	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	**
Cloro residual	mg L ⁻¹	1.50	1.40	1.74	1.17	1.92	1.53	1.54	0.5 a 5
Dureza	mg L ⁻¹	169.83	182.67	219.17	164.00	252.00	175.00	190.56	500
Amoniaco	mg L ⁻¹	0.05	0.01	0.03	0	0.11	0.02	0.028	1.5
Plomo (Pb)	mg L ⁻¹	0.0005	0.0206	0.0007	0.0002	0.1069	0.0005	0.0073	0.010
Cadmio (Cd)	mg L ⁻¹	0.00004	0.000041	0.000051	0.00001	0.00009	0.000045	0.000046	0.003
Hierro (Fe)	mg L ⁻¹	0.100	0.170	0.078	0.016	0.4	0.077	0.116	0.300
Aluminio (Al)	mg L ⁻¹	0.62	0.61	0.33	0.03	1.87	0.415	0.52	0.200
Arsénico (As)	mg L ⁻¹	0.0119	0.0179	0.0139	0.0071	0.0390	0.0108	0.0146	0.010
Coliformes totales	UFC/100 mL	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.17	0
<i>E. coli</i>	UFC/100 mL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Huevos y larvas de helmintos	Helmintos L ⁻¹	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Quistes y oquistes	Quistes L ⁻¹	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Organismos de vida libre	Org. L ⁻¹	1.00	2.00	1.00	1.00	4.00	2.00	1.89	0

LMP = Límites Máximos Permisibles de agua potable

** Indica que la característica no aplica a esta subcategoría que es el A2

Para el agua potable suministrada a domicilio los valores de pH (tabla 17) resultaron ser ligeramente alcalinas, ya que las medias mensuales varían de 7.66 a 7.82, además la OMS sugiere que el pH debe controlarse para la reducción de la corrosión, puesto que en el agua puede alterar la concentración de otras sustancias que pueden hacerla tóxica (OMEGA, 2023), también influye en su sabor ya que menor a 8 es agradable pero mayor a esta el agua para consumo humano suele ser insípida (Kuprat, 2020). Los valores obtenidos son similares a los resultados de SEDA JULIACA S.A. (2022) que fue de 7.2 a 8.1 en redes de distribución en el año 2021, así también Araujo et al. (2022) indicó que fueron ligeramente alcalinos de 7.46 a 8.46 del agua potable en la ciudad de Huancavelica. Asimismo los valores media de OD fueron 060 mg/L, este parámetro no está establecido en el reglamento del MINSA, sin embargo, se determinó con fines de comprobación ya que el OD se puede generar por acción de la oxidación del metal (tuberías) (Li et al., 2020).

La CE en los resultados (tabla 17) las medias mensuales varían de 879.50 a 1110.17 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los cuales no exceden el LMP del D.S. N° 031-2010-SA (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), una mayor CE indica una mayor concentración de sales (Rodriguez-Alvarez et al., 2017), además puede afectar el sabor del agua para consumo humano (Addisie, 2022), por tanto de acuerdo a los resultados obtenidos se afirma que tiende afectar el ser insípida y existe la presencia de sales. Los valores obtenidos pueden compararse con los resultados que reportó Araujo et al. (2022), quien informa que en sus resultados de agua para consumo humano obtuvo entre 165 y 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ los cuales son considerablemente menores respecto a nuestros resultados. Por otro lado, la temperatura, que es un parámetro no establecido en el D.S. N° 031-2010-SA del MINSA se determinó con fines de comprobación ya que según Li et al. (2019) la temperatura influye en el desprendimiento de metales, es decir mientras la temperatura incrementa, la tasa de desprendimiento aumenta, como es el caso del cobre (Linares & Quiroga, 2020), así también la temperatura afecta a otros parámetros tanto fisicoquímicas y biológicas en el agua (Ajith et al., 2023).

Los valores de SDT (tabla 17) resultaron de 255 a 1050 mg/L, teniendo una media de 496.94 mg/L el cual no excede el LMP del D.S. N° 031-2010-SA, los SDT pueden ocasionar problemas de olor y sabor, dado que está compuesta por materia orgánica e inorgánica (Oyaga, Romero, & Enamorado 2019), además los valores altos pueden afectar en la palatabilidad del agua potable (Ajith et al., 2023), lo que puede suceder en el PMRD-1 ya que resultó 1050 mg/L, sin embargo este parámetro no es considerado como un principal contaminante del agua (Adjovu et al., 2023), por ende el punto que sobrepasa aún no se puede afirmar que presente una calidad pésima, dado que hay más parámetros que indican la calidad del agua para consumo humano.

El resultado de DBO₅ (tabla 17) resultó cero en todos los puntos de muestreo, este parámetro no está establecido en el D.S. N° 031-2010-SA del MINSA, sin embargo se analizó con fines de comprobación, además según Marzullo (2022) aporta la medida de la posibilidad de desarrollo microbiológico en el agua para consumo humano, en este caso fue nulo para todos los puntos, por otro lado Oyaga et al. (2019) concuerda con los resultados de la presencia de DBO₅ en agua potable que señaló Marzullo (2022).

Los resultados del cloro residual (tabla 17) varían entre 1.17 a 1.92 mg/L en los puntos de muestreo de agua potable, lo cuales todos cumplen con el LMP del D.S. N° 031-2010-SA, por ende, se puede afirmar que la cloración es buena, dado que es un buen indicador de la calidad del agua para consumo durante su distribución en las viviendas, debido a que si está fuera del rango del LMP es no apta (Díaz & Rios, 2020), por tanto según los resultados obtenidos el agua potable domiciliario de la ciudad de Juliaca es apta para consumo, dado que el cloro residual inactiva bacterias bajo ciertas condiciones (Muñoz-Castellanos et al., 2021), cabe mencionar también que es muy utilizado en la desinfección debido a que es el mejor método costo-efectivo para prevenir enfermedades (Bendezu-Quispe et al., 2018). Los resultados que se obtuvieron son ligeramente mayores a los resultados de SEDA JULIACA S.A. (2022) que fue de 0.2 a 2.5 mg/L en redes de distribución en mayo a julio en el año 2021.

Los valores de la dureza del agua potable en domicilio (tabla 17) fueron de 164 a 252 mg CaCO₃/L, las cuales no sobrepasan los LMP del D.S. N° 031-2010-SA, y como nuestros resultados presentan de moderada a baja concentración se tendrían efectos significativamente leves en cuanto a salud, caso contrario en altas concentraciones puede generar malestares gastrointestinales (Oyaga et al., 2019), además otros estudios concluyen que una alta dureza en el agua potable influye en la litiasis renal de la población que la consume (Dueñas & Hinojosa 2021; Huamani & Izarra 2021). Los valores obtenidos fueron ligeramente menores a los resultados que obtuvo SEDA JULIACA S.A. (2022) que fue de 205 a 345 mg CaCO₃/L en las redes de distribución en mayo y junio del año 2021.

Los resultados del amoníaco en forma de nitrógeno amoniacal (tabla 17) varían entre 0 a 0.11 mg/L en los puntos de muestreo de agua potable, lo cuales todos cumplen con el LMP del D.S. N° 031-2010-SA, estos valores son mínimos por ende no tienen efectos en los consumidores, dado que en concentraciones elevadas según González (2013) provocaría la enfermedad metahemoglobinemia, el cual afecta a los niños principalmente. Este parámetro es un indicador de una probable polución bacteriana (Ajith et al., 2023), en las redes de distribución, además Reyes, Godoy, & Pineda (2018) mencionan que sería por consecuencia del uso de fertilizantes cerca a la fuente de captación y a un sistema deficiente de tratamiento, lo que según nuestros resultados el agua para consumo humano respecto a este parámetro es apta en todos los puntos.

Los resultados de Pb (tabla 17) en el agua potable domiciliario varia de 0.0002 a 0.1069 mg Pb/L, de las cuales el PMRD-4 centro y el PMRD-6 salida Puno en junio exceden el LMP del D.S. N° 031-2010-SA, lo cual pueda deberse por la corrosión de las tuberías o accesorios que contienen plomo (Avalos, 2023), las concentraciones elevadas y superiores al LMP tienen múltiples efectos en la salud pública (Linares & Quiroga, 2020), el plomo puede alterar el sistema nervioso central, cardiovascular y sistema inmunológico (ATSDR, 2018), así también provocar la anemia y la desnutrición en los niños (Avalos, 2023), también cabe mencionar que incluso la exposición a niveles bajos de plomo puede alterar el desarrollo neurológico (Reyes-Molina, 2019), otro aspecto tóxico es que se acumula en el organismo (OMS, 2022).

Las concentraciones de Cd (tabla 17) fueron de 0.00001 a 0.00009 mg Cd/L, las cuales no exceden el LMP del D.S. N° 031-2010-SA., por tanto, las concentraciones resultantes fueron mínimas y no representan ningún tipo de peligro para la salud de la población de Juliaca, el cadmio es tóxico ambientalmente además de cancerígeno (Gamboa, 2019) ya que se acumula principalmente en los riñones e hígado (Berrocal & Pérez, 2021b), por ende ha de priorizarse este parámetro si se tiene concentraciones elevadas, y en nuestra investigación los valores obtenidos son aceptables. Los valores obtenidos son similares a los resultados que obtuvo Delgado & Zavala (2021) que fue 0.00003 mg Cd/L en la provincia de castilla, sin embargo son menores a los resultados que obtuvo en la provincia de Arequipa con 0.0002 mg Cd/L.

Los resultados del hierro (Fe) (tabla 17) del agua potable varia de 0.02 a 0.4 mg Fe/L, de las cuales el PMRD-2 salida Cusco y el PMRD-3 salida Lampa en el mes de junio sobrepasaron el LMP del D.S. N° 031-2010-SA, lo cual es preocupante, se presume que pueda deberse por el desprendimiento de metales de las tuberías, sin embargo, Linares & Quiroga (2020) sostiene que si el pH es alcalino los desprendimientos son menores, lo cual no se cumple en los puntos PMRD-2 y PMRD-3 ya que resultaron ligeramente alcalinas, además los valores obtenidos son considerablemente mayores a los resultados que reportó SEDA JULIACA S.A. (2022) que fueron 0.00032 a 0.00225 mg Fe/L en las redes de distribución en mayo a julio en el año 2021, según Addisie (2022) afecta el sabor del agua para consumo humano, mas no afecta considerablemente a la salud pública.

Los resultados del Aluminio (Al) (tabla 17) del agua potable domiciliario varia de 0.03 a 1.87 mg Al/L y la media fue 0.52 mg Al/L el cual excede el LMP del D.S. N° 031-2010-SA, a lo que se atribuye sea por el desprendimiento de las tuberías que sean de aluminio o sea por la dosis de tratamiento por el uso del sulfato de aluminio como coagulante (Ospina & Cardona, 2021). El aluminio cuando supera el LMP supone implicancias en la salud pública (Linares & Quiroga, 2020) puesto que esta como sal soluble y viene a ser biodisponible en el metabolismo humano (Rosero & Suárez, 2019), según los resultados obtenidos sobrepasa en la mayoría de los puntos de muestreo motivo por el cual ha de ser una situación preocupante.

Las concentraciones de arsénico (As) (tabla 17) fueron de 0.0072 a 0.039 mg As/L, las cuales todos los puntos en el mes de mayo y junio sobrepasaron el LMP del D.S. N° 031-2010-SA y en el mes de julio solo sobrepasó el PMRD-1 y PMRD-3, los valores más altos se dieron en los puntos PMRD-1 salida Huancané, PMRD-2 salida Cusco, PMRD-4 centro y PMRD-3 salida Lampa, lo que preocupa debido a que se puedan tener ciertas implicaciones en la salud de la población, dado que según Akter et al. (2016) el As en altas concentraciones pueden generar síntomas de lesiones térmicas aproximadamente en 5 años, además Reyes-Molina (2019) indica que la exposición a largo plazo mediante el agua de consumo, se relaciona con riesgos de cáncer de la piel, pulmones y los riñones, por ende ha de priorizarse este parámetro para evitar los riesgos de salud mencionados y en comparación con otros estudios se tiene que los valores obtenidos son considerablemente más elevados a los resultados de SEDA JULIACA S.A. (2022) quien reportó de 0.001 a 0.008 mg As/L en las redes de distribución de mayo a julio en el año 2021, por otro lado Delgado & Zavala (2021) obtuvo un valor de 0.0288 mg As/L en agua potable en la provincia de Arequipa (Linares & Quiroga, 2020) el cual es similar a nuestros resultados.

Los resultados de coliformes totales (tabla 17) fueron de 0 a 1 UFC/100 mL, de las cuales los puntos PMRD-6 salida Puno, PMRD-1 salida Huancané y PMRD-3 salida Lampa sobrepasan el LMP del D.S. N° 031-2010-SA con 1 UFC/100 mL, la cual se atribuye a que se hayan dado por alguna deficiencia en la red de distribución o por una contaminación en el muestreo ya que en campo específicamente en dichos puntos hubo presencia de mascotas en las viviendas durante el muestreo, puesto que las concentraciones de cloro residual se encontraba en el rango del LMP (Addisie, 2022), sin embargo la presencia es un indicio de que el agua suministrada puede estar contaminado (Oyaga et al., 2019) y en cuanto a los resultados que reportó SEDA JULIACA S.A. (2022) fue 0 UFC/100 mL en sus redes de distribución de mayo a julio en el año 2021, por otra parte Alva & Diaz (2019) concluyó en su investigación que ninguna muestra de agua potable proveniente de las viviendas presentó colonias de bacterias coliformes totales.

E. coli, huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos cumplen con la normativa, ya que Ajith et al. (2023) indica que la ausencia de estos organismos es importante para la salubridad hídrica, además de que deben monitorearse con frecuencia, puesto que el hallazgo de estos parámetros pueden darse a situaciones graves de infección, principalmente por el *E. coli* dado que desencadena patologías como la diarrea (Oyaga et al., 2019).

Los resultados de los organismos de vida libre (tabla 17) fueron de 1 a 4 Org/L, las cuales sobrepasan el LMP del D.S. N° 031-2010-SA y en cuanto a los organismos que se encontraron corresponden a algas, más no a protozoarios, rotíferos o nemátodos lo cual se atribuye a la falta de mantenimiento de tuberías, además García (2019) reportó resultados similares donde indica la presencia de OVL (algas) en el agua potable distribuida en Iquitos, esto probablemente sea por la formación de biopelículas en la red de distribución o conexión domiciliaria (González, 2019) lo cual se presume lo mismo en la ciudad de Juliaca, sin embargo debe considerarse este aspecto ya que de alguna forma afecta la calidad del agua para consumo y esta pueda incidir en la salud pública (Araujo et al., 2022).

4.3.1. Análisis de varianza de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable domiciliario

Previo al análisis de varianza se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk cuyos resultados se aprecian en el anexo 12, por ende, si la distribución de los resultados fue normal se examinó con la prueba estadística paramétrica ANOVA, en cambio sí resultó no normal se analizó con la prueba estadística no paramétrica Friedman.

Se realizó pruebas estadísticas de análisis de varianza ANOVA con los resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable domiciliario, respecto a los puntos de muestreo (variación espacial) y el bloque mes (variación temporal) para verificar las diferencias o uniformidades existentes entre ellas, el cual estadísticamente se verificó con la prueba de Tukey (anexo 13) y en todos los casos se utilizó un nivel de significancia del 5% o 0.05.

Tabla 18

ANOVA para los valores de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable domiciliario

Parámetro	Fuente	Varianza	Significación
pH	Punto	0.32553	No significativo
	Bloque (Mes)	0.09923	No significativo
OD	Punto	0.01542	Significativo
	Bloque (Mes)	0.34088	No significativo
CE	Punto	0.00509	Significativo
	Bloque (Mes)	0.00000	Significativo
T	Punto	0.00003	Significativo
	Bloque (Mes)	0.87180	No significativo
SDT	Punto	0.00101	Significativo
	Bloque (Mes)	0.00008	Significativo
Cloro residual	Punto	0.00031	Significativo
	Bloque (Mes)	0.00002	Significativo
Dureza	Punto	0.01545	Significativo
	Bloque (Mes)	6.6 e-06	Significativo
Amoniaco*	Punto/bloque mes	0.489	No significativo
Pb	Punto	0.4645	No significativo
	Bloque (Mes)	0.3079	No significativo
Cd	Punto	0.01211	Significativo
	Bloque (Mes)	0.46657	No significativo
Fe	Punto	0.1912	No significativo
	Bloque (Mes)	0.2903	No significativo
Al	Punto	0.3085	No significativo
	Bloque (Mes)	0.4572	No significativo
As	Punto	0.05612	No significativo
	Bloque (Mes)	0.40436	No significativo
OVL	Punto/bloque mes	0.0414	Significativo

*Aquellos que se analizaron con la prueba no paramétrica Friedman.

De acuerdo a tabla 18, para punto (puntos de muestreo) se aprecia que el nivel de significancia de los parámetros: pH, amoníaco, Pb, Fe, Al y As, superaron el valor de confianza 0.05, por lo tanto, podemos inferir que las medias de los resultados no tienen diferencias significativas, es decir no existe una variación espacial de estas características. Por otro lado, el nivel de significancia de los parámetros: OD, CE temperatura (T), SDT, cloro residual, dureza, Cd y OVL fueron menores al valor de confianza 0.05, por ende, podemos indicar que las medias de los valores tienen diferencias significativas, vale decir que si existe una variación espacial (entre los puntos) de dichos parámetros.

Además, evidenciamos que para bloque mes (meses de muestreo) el nivel de significancia de los parámetros: pH, OD, T, amoníaco, Pb, Cd, Fe, Al y As, superaron el valor de confianza 0.05, en consecuencia, podemos inferir que las medias de los resultados no tienen diferencias significativas, es decir no existe una variación temporal (entre los meses) de los parámetros detallados, por otra parte el nivel de significancia de los parámetros: CE, SDT, cloro residual, dureza y OVL fueron menores al valor de confianza 0.05, por ende, podemos inferir que las medias de los resultados tienen diferencias significativas, en otros términos si existe una variación temporal (entre los meses) de dichos parámetros.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se concluye que la población evaluada (52.55%) considera que la calidad del agua de la fuente de captación es deficiente, además, reconocen que la situación ha empeorado con el tiempo y que la contaminación es un problema creciente, atribuido a la falta de conciencia y educación ambiental. Por otro lado, el 47.96% de los encuestados perciben que la calidad del agua potable es regular, considerando que el color, sabor y olor son aceptables, asimismo algunos reportan haber tenido enfermedades relacionadas con el agua, aunque en general consideran que son leves.

Se determinaron las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la fuente de captación evidenciando que las medias fueron: pH (7.98), OD (1.55 mg/L), CE (1010.89 μ S/cm), T (10.34°C), SDT (591 mg/L), DBO₅ (4.71 mg/L), cloruros (231.74 mg/L), dureza (198.89 mg/L), amoníaco (0.056 mg/L), Pb (0.00069 mg/L), Cd (0.000034 mg/L), Fe (0.298 mg/L), Al (0.053 mg/L), As (0.0219 mg/L), coliformes totales (234 UFC/100 mL), *E. coli*, (46 UFC/100 mL), huevos y larvas de helmintos (3 org./L), quistes y ooquistes (2 org./L), OVL (56 org./L), de los cuales el OD y As sobrepasaron el ECA para agua categoría I, subcategoría A2. De todos presentaron variación temporal (SDT, T, CE, pH, dureza, amoníaco, Pb, Fe y As) y variación espacial (cloruros, T y *E. coli*).

De acuerdo a los resultados, la media de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable domiciliario fueron: pH (7.74), CE (994.94 μ S/cm), T (10.73°C), SDT (496.94 mg/L), cloro residual (1.54 mg/L), dureza (190.56 mg/L), amoníaco (0.028 mg/L), Pb (0.0073 mg/L), Cd (0.000046 mg/L), Fe (0.116 mg/L), Al (0.52 mg/L), As (0.0146 mg/L), coliformes totales (0 UFC/100 mL), *E. coli*, (0 UFC/100 mL), OVL (2 org./L), de los cuales el Al, As y OVL exceden el LMP del D.S. N° 031- 2010. Presentaron variación temporal (CE, T, SDT, cloro residual y dureza) y variación espacial (OD, CE, SDT, cloro residual, dureza y Cd).

5.2. Recomendaciones

Para las posteriores investigaciones se sugiere trabajar por zonas individualmente (por reservorio y sistema de distribución) respecto al agua potable domiciliario en Juliaca, para tener una caracterización mucho más precisa de la calidad del agua para consumo humano.

Realizar investigaciones del agua superficial río Coata y potable de la ciudad de Juliaca con parámetros no convencionales (uno a dos parámetros por investigación) como los pesticidas, microplásticos, detergentes, así como parámetros orgánicos.

Se recomienda que los monitoreos deben realizarse al menos dos veces al año, para generar información actualizada, por ende, mantener una calidad del agua apta para consumo humano.

Se recomienda realizar el análisis de metales pesados como el arsénico en los pobladores de la ciudad de Juliaca expuestas al consumo de niveles elevados o las cuales sobrepasan los límites máximos permisibles.

Los resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas tanto de la fuente de captación y del agua potable domiciliario van dirigidos a las autoridades gubernamentales, para la mejora de la calidad y la gestión del recurso hídrico mediante acciones sostenibles de conservación, dado que son ellos quienes tienen la decisión política.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addisie, M. B. (2022). Evaluating Drinking Water Quality Using Water Quality Parameters and Esthetic Attributes. *Air, Soil and Water Research*, 15, 117862212210750. <https://doi.org/10.1177/11786221221075005>
- Adjovu, G. E., Stephen, H., James, D., & Ahmad, S. (2023). Measurement of Total Dissolved Solids and Total Suspended Solids in Water Systems: A Review of the Issues, Conventional, and Remote Sensing Techniques. *Remote Sensing*, 15(14), 3534. <https://doi.org/10.3390/rs15143534>
- Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., & Linero, J. (2021). Concentración de metales pesados y calidad físico-química del agua de la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1313>
- Ajith, V., Fishman, R., Yosef, E., Edris, S., Ramesh, R., Alookaran Suresh, R., Pras, A., Rahim, V., Rajendran, S., Yanko, M., Amit, A., Bhavani, R. R., Vinodini Ramesh, M., & Mamane, H. (2023). An integrated methodology for assessment of drinking-water quality in low-income settings. *Environmental Development*, 46, 100862. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100862>
- Akter, T., Jhohura, F. T., Akter, F., Chowdhury, T. R., Mistry, S. K., Dey, D., Barua, M. K., Islam, M. A., & Rahman, M. (2016). Water Quality Index for measuring drinking water quality in rural Bangladesh: A cross-sectional study. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 35(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s41043-016-0041-5>
- Alva, J. N., & Diaz, P. B. (2019). *Evaluación de la calidad del agua en las redes de distribución secundaria y domiciliaria, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de EMAPACOP S.A., Calleria, Coronel Portillo, Ucayali, 2018*

- [Universidad Nacional de Ucayali].
<http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4232/000004218T-AMBIENTAL.pdf?sequence=1>
- ANA. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. En *Autoridad Nacional del Agua* (p. 92).
- Apaza-Aquino, H., Condori, L. H., Escarcena, C. R., & Gutierrez, V. (2019). Calidad del agua del río Torococha-Juliaca en el área urbana y área rural. *Dirección de investigación*, 2(2), 30-39.
- Araujo, E. R., Humani, L. L., Yauri, Y., & Ataucusi, R. (2022). Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la ciudad de Huancavelica. *Revista Científica Siglo XXI*, 2(2), 16-25. <https://doi.org/10.54943/rcsxxi.v2i2.191>
- Araujo, R., & Benito, H. (2017). *Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el sector sequia Alta, Santa Bárbara, Huancavelica—2017* [Universidad Nacional de Huancavelica].
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1383>
- Arias-Lafargue, T., Arias-Zamora, S., Portuondo-Savón, D., & Álvarez-Monier, E. (2024). *Evaluación de la calidad del agua servida por potabilizadora a Santiago de Cuba*. 44(1).
- ATSDR. (2018). *Toxicological Profiles, Toxic Substances Portal*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <https://www.atsdr.cdc.gov/index.html>
- Avalos, Y. J. (2023). Contaminación por plomo en suelo, agua, alimentos y sus efectos en los seres humanos. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 10(2), 59-68. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2023v10n2.006>

- Aveiga, A. M., Noles, P., De La Cruz, A., Peñarrieta, F., & Alcántara, F. (2019). Variaciones físico-químicas de la calidad del agua del río Carrizal en Manabí. *Enfoque UTE*, 10(3), 30-41. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n3.423>
- Baeza, E. (2016). Calidad del agua. En *Bcn*.
- Baird, R. B., Eaton, A. D., & W.Rice, E. (2018). Standard methods for the examination of water and wastewater. En *American Public Health Association*.
- Balderrama, A. P., Castro, L., Gortáres, P., Lares, F., Balderas, J., & Chaidez, C. (2012). Viabilidad de quistes de *G. lamblia* y ooquistes de *C. parvum* en el tratamiento de aguas residuales convencional. *RESPYN Revista Salud Pública Y Nutrición*, 13. <https://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/313>
- Belizario, G., Capacoila, J., Huaquisto, E., Cornejo, D. A., & Chui, H. N. (2019). Determinación del contenido de fósforo y arsénico, y de otros metales contaminantes de las aguas superficiales del río Coata, afluente del lago Titicaca, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 36(5), 223-228. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.5.4>
- Bendezu-Quispe, G., Whuking-Zea, C., Medina-Molina, P., Maruy-Yumi, A., & Namuche-Marín, B. (2018). Concentración inadecuada de cloro residual libre en agua de hogares de Lima Metropolitana, 2016. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 347. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3648>
- Berrocal, N., & Pérez, E. (2021). Determinación de la calidad del agua para consumo humano del asentamiento el Barón, Esparza-Puntarenas. *Revista Pensamiento Actual*, 21(37). <https://doi.org/10.15517/pa.v21i37.48976>

- Bolaños, J. D. (2023). Calidad del agua superficial y sus implicaciones con el agua potable en Las Brisas de Zarcero. *InterSedes*, 24(49), 196-215.
<https://doi.org/10.15517/isucr.v24i49.50331>
- Bolivar, V. B., & Pulido, C. M. (2022). *Estrategias ambientales que conduzcan al mejoramiento de la calidad de agua de las principales fuentes de consumo de la población perteneciente al municipio de Andagoya, Chocó, Colombia.*
- Briceño, J. (2018). *Evaluación de la carga en solución basada en la conductividad eléctrica, salinidad, sólidos disueltos totales del río Chonta-Cajamarca 2018* [Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/14218>
- Briones, J. A., & Castro, M. M. (2019). *Estudio de la calidad del agua del sistema de potabilización en el caserío Shahuindo, Cajabamba-Perú.*
- Brito, M. A., Alvarado, R. A., Méndez, P. V., & Cazorla, X. R. (2022). *Evaluación de la contaminación por metales pesados del Río Cuchipamba, Morona Santiago.* 7(7).
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4328>
- Brossard, E., Gafas, C., Hernández, D. E., & Figueredo, K. (2020). Enfermedades de transmisión hídricas en el cantón Penipe, Ecuador. *Revista Cubana de Salud Pública.* <https://www.scielo.org/pdf/rcsp/2020.v46n3/e1402/es>
- Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L., & Lujano, E. (2018). Evaluación físicoquímica y microbiológica de agua para consumo humano Puno-Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 15, 47-68.
- Bustos, J. M., Juárez, M., Sandoval, F. R., Quintero, M. L., & García, C. (2018). Percepciones sobre la calidad y las tarifas del servicio de agua potable de los usuarios de Ciudad de México. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 11(2), 20-31. <https://doi.org/10.18359/reds.3236>

- Caballero, M. (2017). *Tecnologías de membrana para recuperar el nitrógeno amoniacal procedente de aguas residuales urbanas* (1; p. 53). Sapiencia adificavit.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/26104/TFM-I-756.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calderon, A. D., & Barcena, M. A. (2023). *Calidad de agua para el consumo humano y percepción local de la población de la microcuenca de Palccaro, distrito de Tambobamba, región Apurímac, 2022* [Universidad Continental].
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13856/8/IV_FIN_107_TE_Barcena_Quispe_Calderon_2023.pdf
- Callasaca-Pacheco, R.-A., Larico-Mamani, C.-J., Fernandez-Mamani, D.-L., Cabana Alanoca, R., Cahua-Alvarez, J. L., & Choquecota, J. Q. (2022). Variación de la calidad del agua del río Coata según el Ica-PE por fuentes contaminantes. *Cátedra Villarreal*, 10(1), 16-25. <https://doi.org/10.24039/cv20221011189>
- Campaña, A., Gualoto, E., & Chiluisa-Utreras, V. (2017). Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito. *Bionatura*, 2(2), 305-310.
<https://doi.org/10.21931/RB/2017.02.02.6>
- Carbajal, Á., & Gonzáles, M. (2012). Propiedades y funciones biológicas del agua. En *Agua para la salud: Pasado, presente y futuro* (pp. 33-45). Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Casa, M., Cusi, L., & Vilca, L. (2019). Percepciones sobre contaminación ambiental y actitudes en estudiantes universitarios. *Revista Innova Educación*, 1(3), 391-399.
<https://doi.org/10.35622/j.rie.2019.03.011>
- Castillo, A., & Rovira, D. (2019). El agua como factor de riesgo para la transmisión de protozoarios y helmintos. *Revista Plus Economía*, 8(1), 47-67.

- Castillo, I. E. (2018). *Estudio fisicoquímico, microbiológico, contenido de metales pesados y alternativas de solución en el agua potable del distrito de Ilave – Puno 2018*. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Chata, L. (2024). *Análisis temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020—2023 de la comunidad Karina distrito de Chucuito—Puno* [Universidad Privada San Carlos]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/804>
- Choquehuanca, A. (2014). *Distritalización: Una solución para el desarrollo de Juliaca. Espacio y desarrollo*.
- Córdova, O., & Díaz, J. L. (2020). *Aplicación de un modelo matemático para determinar la calidad del agua de la quebrada Rumiyacu, Moyobamba, 2020*. Universidad Cesar Vallejo.
- Cornejo, J. A. (2020). *Calidad microbiológica del agua del río Socabaya mediante el recuento de Escherichia coli, coliformes totales y mesófilos aerobios totales, en los distritos de Socabaya y Jacobo Hunter, Arequipa, 2019* [Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9964>
- Cortez, A. A. C., Santa cruz, A. P., Hernández, A. D., & Romero, J. L. (2019). *Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en el río Huaura – 2018*. 8.
- Cuellar, J. D. C., Chinga, N., Llanos, N., Airahuacho, F. E., & Legua, J. A. (2019). *Monitoreo químico –microbiológico del agua de la cuenca alta del río Huaura. Infinitum...*, 9(1). <https://doi.org/10.51431/infinitum.v9i1.527>
- Cuno, E. (2021). *Percepción de los líderes de las organizaciones sociales sobre la sostenibilidad del servicio de agua potable en la ciudad de Juliaca*. Universidad Nacional del Altiplano.

- Delgado, T. M., & Zavala, P. C. (2021). *Estudio de la concentración de metales pesados (arsénico, cadmio, mercurio y plomo) en agua para consumo humano en el departamento de Arequipa*. Universidad Maria Auxiliadora.
- Díaz, M. E., & Rios, A. V. (2020). *Determinación de cloro residual en agua de consumo humano del centro poblado La Palma, distrito San Bernardino, 2019* [Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23891/D%EDaz%20D%EDa%20Merli%20Edith%20-%20Rios%20Vasquez,%20Ana%20Veronica.pdf?sequence=4>
- Díaz, S., & González, J. (2022). La importancia de la temperatura del agua en las redes de abastecimiento. *Ingeniería del Agua*, 26(2), 107-123.
<https://doi.org/10.4995/ia.2022.17366>
- DIGESA. (2015). *Protocolo de procedimientos para la toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano*.
http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf
- Donaduzzi, D., Colomé, C. L., Heck, T., Silva, M., & Viero, V. (2015). Grupo focal y análisis de contenido en investigación cualitativa. *Index de Enfermería*, 24.
<https://dx.doi.org/10.4321/S1132-12962015000100016>
- Dueñas, C., & Hinojosa, L. (2021). Calidad del agua potable y su influencia en la salud humana. *GnosisWisdom*, 1(3), 11-20.
<https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v1i3.19>
- ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A. (2012). *Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico*

y agroquímicos en Apurímac y Cusco (01). OMS.

<https://www1.paho.org/per/images/stories/pyp/per37/15.pdf>

EPS SEDA JULIACA S.A. (2010). *Sistema existente de agua potable y alcantarillado*.

EPS SEDA JULIACA S.A. (2020). *Manual de perfiles de puestos (SEDA JULIACA)* (p. 266).

Espinoza-Muñoz, E. G. (2019). *Percepción ambiental sobre la calidad y disponibilidad del agua en el área de influencia directa de la Mina Pierina-distrito de Jangas, Ancash y propuesta para una gestión sostenible- 2016*.

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3278>

Fabián, M., Tello, R., & Náquira, C. (2003). *Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de los parásitos intestinales del hombre* (Vol. 4).

Faviel, M., Infante, D., & Molina, D. O. (2019). Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida la Encrucijada, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(2), 317-334.

<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.05>

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

Fernández, M., & Guardado, R. M. (2021). Evaluación del índice de calidad del agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37, 105-119.

Fernández, R. L., Martínez, R. A., Urquiza, D. E. P., Gálvez, S. S., & Álvarez, M. Q. (2019). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar.*, 441-450.

Flores, J. C. (2016). *Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano con y sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad Nacional de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.

- Frías, T., & Montilla, L. (2016). *Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector puerto de productores río Itaya, Loreto – Perú 2014 - 2015*. Universidad Científica del Perú.
- Gallego, L., Heredia, H., Salazar, J., Hernández, T., Naranjo, M., & Suárez, B. (2014). Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro municipios. Estado Aragua, Venezuela 2011-2012. *Revista Cubana De Medicina Tropical*, 66(2), 164-173.
- Gamboa, N. (2019). El cadmio, ¿Su presencia nos alerta de la contaminación antropogénica? *Revista de Química PUCP*, 33(1-2), 14.
- García, R. L. (2019). *Parámetros de control obligatorio para determinar la calidad del agua de consumo humano en la ciudad de Iquitos, 2018* [Universidad Nacional de la Amazonia Peruana].
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6153/Randy_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gestión. (2021). *Diario gestion.pdf*. 5.
- Gil, J. E., Flores, A. H., Ochoa, K. J., & Valencia, N. A. (2022). Determinación de la pérdida de la calidad de un río urbano en Cusco: Caso Saphy. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 3722-3748.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1765
- Gómez-Duarte, O. (2018). Contaminación de agua en países de bajos y medianos recursos es un problema de salud pública global. *Revista de la Facultad de Medicina*, 66(1), 7-8. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775>
- González, D. K. (2019). *Biopelículas en el sistema de distribución de agua potable y su influencia en la calidad de agua que consume la población del barrio de Calvario de la ciudad de Moyobamba – 2017* [Universidad Nacional de San Martín -

Tarapoto].

<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3174/1/SANITARIA%20-%20Dayce%20Katty%20Gonz%C3%A1les%20Bard%C3%A1lez.pdf>

González, G. (2020). *La dureza del agua*.

https://uruguayeduca.anep.edu.uy/sites/default/files/inline-files/Ficha%203_36.pdf

González, L. (2013). Nitrógeno amoniacal, importancia de su determinación. En *Revista Académica UTP: Mente & Materia*.

González, L. G., Alonso, P. F., Fernández, L., & Romero, R. (2019). *Análisis del estado ecológico de los ríos en la comarca de Benavente y los Valles*.

Google Earth. (2022). *Puntos de muestreo de la fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Juliaca* (p. 875000).

Guadarrama, R., Kido, J., Roldan, G., & Salas, M. (2016). Contaminación del agua.

Revista de ciencias ambientales y recursos naturales, 2(5), 1-10.

Hechavarría, S. (2015). *Los tipos de Escalas y ejemplos para su diseño* [Dataset].

Universidad de Ciencias Médicas de La Habana.

http://uvsfajardo.sld.cu/sites/uvsfajardo.sld.cu/files/tipos_de_escala_y_ejemplos_de_diseno.pdf

Huamani, E., & Izarra, E. K. (2021). *Concentración de la dureza en el agua potable y su relación con la prevalencia de litiasis renal en la región de Huancavelica*

[Universidad Nacional de Huancavelica].

<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3536>

Hussain, F., Yu, H., Chon, K., Lee, Y., Eomm, H., Chae, K., & Oh, S. (2021). Real-time biomonitoring of oxygen uptake rate and biochemical oxygen demand using a novel optical biogas respirometric system. *Journal of environmental management*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111467>

- IMTA. (2020). *Huevos de helminto como indicadores de contaminación*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/imta/articulos/huevos-de-helminto-como-indicadores-de-contaminacion>
- INEI. (2017). *Crecimiento y distribución de la población total, 2017*.
- INEI. (2022). *Sistema de consulta de abastecimiento de agua por red pública a nivel de manzana*.
- Inquilla, C. (2020). *Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas del río Coata, Puno – 2018* [Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/16266>
- Juárez, M. M., & Rajal, V. B. (2013). Parasitosis intestinales en Argentina: Principales agentes causales encontrados en la población y en el ambiente. *Revista Argentina de Microbiología*, 45(3), 191-204. [https://doi.org/10.1016/S0325-7541\(13\)70024-5](https://doi.org/10.1016/S0325-7541(13)70024-5)
- Kuprat, M. (2020). *El pH del Agua potable*. Marion Kuprat.
<https://www.marionkuprat.com/el-ph-del-agua-potable/>
- Lam-Vivanco, A. M., Morales-Barba, G. E., Cabrera, C. A. Z., Tacuri-Ullauri, X. A., & Márquez-Jaramillo, X. C. (2022). *Exposición laboral al arsénico inorgánico Occupational exposure to inorganic arsenic Exposição ocupacional ao arsênico inorgânico*. 7(5).
- Larios, F., Gonzáles, C., & Morales, Y. (2015). Aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL Vol.*, 2(2), 9-25.
- Larramendi, E. M., Millán, G., & Plana, M. A. (2021). *Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI*. 60(259).
https://rev16deabril.sld.cu/index.php/16_04/article/view/854/554
- Li, M., Liu, Z., Chen, Y., & Korshin, G. V. (2019). Effects of varying temperatures and alkalinities on the corrosion and heavy metal release from low-lead galvanized

- steel. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2), 2412-2422.
<https://doi.org/10.1007/s11356-019-06893-2>
- Li, M., Wang, Y., Liu, Z., Sha, Y., Korshin, G. V., & Chen, Y. (2020). Metal-release potential from iron corrosion scales under stagnant and active flow, and varying water quality conditions. *Water Research*, 175, 115675.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115675>
- Linares, C. C. S., & Quiroga, T. V. V. (2020). Desprendimiento de metales en redes de distribución de agua potable: Revisión Bibliográfica. *Universidad de los Andes*.
<http://hdl.handle.net/1992/49091>
- Línea Verde Carreño. (2023). *Módulo II: El Agua*. Línea verde Carreño.
<https://www.lineaverdecarreno.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales.asp>
- Loayza, E. (2022). *Análisis hidrológico para un estudio de drenaje pluvial urbano, en la ciudad de Juliaca—Puno* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/19070>
- Maceira, A. (2024). *¿Qué es el agua?* iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>
- Mainali, J., & Chang, H. (2021). Environmental and spatial factors affecting surface water quality in a Himalayan watershed, Central Nepal. *Environmental and Sustainability Indicators*, 9, 100096. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100096>
- Mamani, M. M. (2019). *Parámetros físicoquímicos, metales pesados (as y pb), bacteriológicos y alternativas de saneamiento ambiental de fuentes de agua de la comunidad Suches, distrito Caracoto, provincia San Román, región Puno, 2018*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Martínez, J. A. (2017). *Calidad físicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano del distrito de Saman, provincia de Azangaro-Puno*.

- Marzullo, R. (2022, septiembre 19). *Demanda bioquímica de oxígeno*.
<https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/24466/Demanda%20bioqu%C3%AADmica%20de%20ox%C3%ADgeno.pdf?sequence=3>
- Mayorga-Ponce, R. B., Virgen-Quiroz, A. K., Martínez-Alamilla, A., & Salazar-Valdez, D. (2020). Prueba Piloto. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 9(17), 69-70.
<https://doi.org/10.29057/icsa.v9i17.6547>
- Mejía, L. M., Zelada, M. E., Torres, L. A., & Cuse, J. (2021). Análisis microbiológico del agua de consumo humano del Centro Poblado Pachapiriana, Provincia de Jaén, Perú. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 4(2), 66-69.
<https://doi.org/10.25127/ucni.v4i2.729>
- Melgarejo, J., López, I., & Fernández, P. (2023). *Seguridad hídrica*.
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/137217/1/Seguridad-Hidrica_2023_01.pdf
- Menendez, W. M. (2018). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y calidad bacteriológica del río Coata—Región Puno 2015*. Universidad Jose Carlos Mariategui.
- Mora, J., & Calvo, G. (2010). Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osea. *Tecnología en marcha*, 23(5), 34-40.
- Morales, D., Avendaño, E., Zevallos, D., Fernández, J., & Mendoza, Z. (2018). Riesgo ambiental por arsénico y boro en las cuencas hidrográficas Sama y Locumba de Perú. *MEDISAN*, 22(4), 9.
- Morales, D., Avendaño, E., Zevallos, D., Fernández, J., Mendoza, Z., & Torres, A. (2017). Arsénico total no deseado ante valores referenciales de ph en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, Región Tacna-Perú. *Revista de Investigaciones*

Altoandinas - Journal of High Andean Research, 19(3), 305-312.

<https://doi.org/10.18271/ria.2017.295>

Moreno-Montoya, M. D. J., González-López, I., Chaidez-Quiroz, C., & López-Cuevas, O. (2022). Supervivencia de *Escherichia coli* y *Salmonella Typhimurium* en agua recreativa de río. *Ra Ximhai*, 201-217.

<https://doi.org/10.35197/rx.18.04.2022.09.mm>

Muñoz, O. (2022). *Análisis de concentraciones de Cadmio asociado a la explotación minera.pdf*. 17. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/6068>

Muñoz-Castellanos, L. N., Borrego-Loya, A., Villalba-Bejarano, C. V., González-Escobedo, R., Orduño-Cruz, N., Villezcas-Villegas, G. P., Rodríguez-Roque, M. J., Avila-Quezada, G. D., & Vargas-Arispuro, I. (2021). Chlorine and its importance in the inactivation of bacteria, can it inactivate viruses? *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 39(4).

<https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-4>

Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación: Cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (5a. edición). Ediciones de la U.

Obando, J. A., Mora, E. L., Lievano, L. T., Hernandez, M. A., & Cardenas, D. (2019). La calidad del agua y su impacto social. *Espacios*, 40(43), 13-28.

Obispo, J. H. (2023). *Evaluación del contenido de metales pesados en el agua superficial de desembocadura del río Chancay, Huaral, año 2021* [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/7797>

Olivera, E. P. (2019). *Influencia de la calidad de agua de consumo en la morbilidad por enfermedades de transmisión hídrica en la población infantil del distrito de Cátac-*

- Recuay-Ancash durante el año 2016* [Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3603?show=full>
- OMEGA. (2023). *¿Qué es el pH del agua potable? ¿Por qué es importante?* laboratorios OMEGA. <https://www.laboratoriosomega.es/ph-del-agua/>
- OMS. (2022). *Intoxicación por plomo y salud*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Orozco-Gutiérrez, J. (2019). Clasificación de potenciales fuentes de abastecimiento subterráneas y subsuperficiales en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i10.4887>
- Ortiz-Gómez, A. S., Nuñez-Espinoza, J. F., & Mejía-Castillo, W. G. (2019). La percepción social de la calidad y gestión del agua potable en el municipio de Las Vueltas, Chalatenango, El Salvador. *Tecnología y ciencias del agua*, 10(3), 124-155. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-03-06>
- Ospina, O. E., & Cardona, O. H. (2021). Evaluación de la contaminación por aluminio del agua para consumo humano, región central de Colombia. *INGE CUC*, 17(2). <https://hdl.handle.net/11323/10227>
- Oyaga, R. F., Romero, L. C., & Enamorado, J. A. (2019). Calidad del agua potable: Un caso de estudio hacia el desarrollo humano sostenible, municipio de María La Baja, Colombia. *Revista SEXTANTE*, 21, 51-61. <https://doi.org/10.54606/Sextante2019.v21.06>
- Pacheco, M., Corrales, N., Hill, M., Reolón, L., & Acosta, M. (2020). *Monitoreo de calidad de agua de la cuenca del río Yí* (1; p. 45). Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Informe-Monitoreo-Rio-Yi.pdf>

- Pacherres, M. L. (2019). *Determinación de la calidad de agua de las cuencas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín mediante indicadores químicos y biológicos* [Universidad Ricardo Palma]. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2838>
- Palomino, C. S. (2017). *Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas de consumo humano y de riego del distrito de Luricocha de la provincia de Huanta – Ayacucho 2016 – 2017* (Vol. 1). Universidad Nacional de San Cristóbal.
- Palomino, J. E. (2023). *Calidad del agua potable y la percepción local en la comunidad de Pichiurara Huanta, 2023* [Universidad Nacional Autónoma de Huanta]. <https://hdl.handle.net/20.500.14388/42>
- Paredes, R. C., & Quinto, J. F. (2016a). *Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en el distrito de Palca provincia de Tarma región Junín*. Universidad Nacional «Daniel Alcides Carrion».
- Paredes, R. C., & Quinto, J. F. (2016b). *Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en el distrito de Palca provincia de Tarma región Junín* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/166/1/T026_45909116_T.pdf
- Pauta, G., Velasco, M., Vázquez, G., Abril, A., & Torres, S. (2021). Analysis and risk assessment of arsenic in the water sources of the cities Cuenca and Azogues, Ecuador. *MASKANA*, 12(2), 71-79. <https://doi.org/10.18537/mskn.12.02.08>
- Pineda, J. L., Coaquira, D., De la cruz, D., Coaquira, L., & Jara, M. (2019). Determinación de las características físico químicas y microbiológicas de las aguas de las principales fuentes de consumo en la región Puno. *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica*, 89.
- Plúas-Chiquito, A. L., Pozo-Cajas, M., Lajones-Tapia, C., Carreño-Rosario, H., & Arévalo-Castro, O. (2020). Determinación de Coliformes Totales y Escherichia

- Coli en el Estuario Chullupe del Cantón Santa Elena Provincia de Santa Elena.
INVESTIGATIO, 14, 61-70. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2020.14.6>
- Post, C. J., Cope, M. P., Gerard, P. D., Masto, N. M., Vine, J. R., Stiglitz, R. Y., Hallstrom, J. O., Newman, J. C., & Mikhailova, E. A. (2018). Monitoring spatial and temporal variation of dissolved oxygen and water temperature in the Savannah River using a sensor network. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(5), 272.
<https://doi.org/10.1007/s10661-018-6646-y>
- Prince, J. E., & Espinosa, M. (2021). Una mirada a la calidad del agua. En *Perspectivas IMTA* (Vol. 3). <https://doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2021-03>
- QuercusLab. (2018). *Efectos de la temperatura en la medida del pH* [Ciencia]. El blog de QuercusLab. <https://quercuslab.es/blog/efectos-de-la-temperatura-en-la-medida-del-ph/>
- Radio Onda Azul AC. (2021). *Agua potable contaminada y turbia en la urbanización Villa—San Román*.
- Radio y TV Mega Putina. (2020). *Juliaca consume agua contaminada*.
- Rangecroft, S., Dextre, R. M., Richter, I., Grados Bueno, C. V., Kelly, C., Turin, C., Fuentealba, B., Hernandez, M. C., Morera, S., Martin, J., Guy, A., & Clason, C. (2023). Unravelling and understanding local perceptions of water quality in the Santa basin, Peru. *Journal of Hydrology*, 625, 129949.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129949>
- Ratelle, M., Spring, A., Douglas Laird, B., Andrew, L., Simmons, D., Scully, A., & Skinner, K. (2022). Drinking water perception and consumption in Canadian subarctic Indigenous communities and the importance for public health. *FACETS*, 7, 343-359. <https://doi.org/10.1139/facets-2021-0094>

- Resolución 0811 de 2008, Pub. L. No. República de Colombia, 4 (2008).
<https://www.minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0811-2008>
- Reyes, A., Godoy, M., & Pineda, D. (2018). Valoración de parámetros químicos del agua en pozos de la UNAH durante 2016. *Revista Ciencia y Tecnología*, 135-145.
<https://doi.org/10.5377/rct.v0i22.6449>
- Reyes-Molina, M. A. (2019). *Análisis de la presencia de metales en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Bogotá*. 25.
- Rhoden, K., Alonso, J., Carmona, M., Pham, M., & Barnes, A. N. (2021). Twenty years of waterborne and related disease reports in Florida, USA. *One Health*, 13, 100294.
<https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100294>
- Ripari, N. V., Elorza, M. E., & Moscoso, N. S. (2017). Costos de enfermedades: Clasificación y perspectivas de análisis. *Revista Ciencias de la Salud*, 15(1), 49-58.
<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.5376>
- Rivera, A., & Garcia, N. (2017). *Caracterización del agua de la quebrada Naranjal para la gestión del servicio de abastecimiento de agua para consumo humano en la localidad Unión de Mamonaquihua-Cuñumbuqui, 2017* [Universidad Peruana Unión]. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/965>
- Rock, C., & Rivera, B. (2014). La Calidad del Agua, E. coli y su Salud. *The university of Arizona*.
<https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>
- Rodríguez, J., Polanía, A., Zapata, E., Villegas, P., & Montañez, M. N. (2019). Caracterización fisicoquímica del agua de la quebrada la Toma, de la ciudad de Neiva, Huila, Colombia. *Teknos Revista Científica*, 19(1), 27-36.
- Rodriguez, M. S., Moraña, L. B., Salusso, M. M., & Seghezzo, L. (2017). Caracterización espacial y estacional del agua de consumo proveniente de diversas fuentes en una

- localidad periurbana de Salta. *Revista Argentina de Microbiología*, 49(4), 366-376.
<https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.006>
- Rojas, L. F. (2019). *Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de agua de consumo humano del centro poblado de San Marcos, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa – 2018*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Romero, J. C. (2022). *Análisis de la calidad de agua para consumo humano y percepción local en la población de la ciudad de Naranjillo, distrito Luyando – Leoncio Prado* [Universidad Nacional Agraria de la Selva].
https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2395/TS_RGJC_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rosero, J. A., & Suárez, M. A. (2019). Efecto de la concentración de Quitosano en la disminución de los sólidos suspendidos en el agua de ingreso a la planta de tratamiento de Bellavista. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 1(1), 19-24.
<https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.1330>
- Rubio, H., Ochoa, J. M., Ortiz, R. C., Quintana, R. M., Saucedo, R. A., & Villalba, M. D. L. (2017). Calidad de agua en términos físico-químico-metales en tres sitios contrastantes del río Conchos en Chihuahua, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 70, 13-22.
<https://doi.org/10.33064/iycuaa2017701823>
- Rukavishnikov, V. S., Efimova, N. V., Savchenkov, M. F., Mylnikova, I. V., & Lisovtsov, A. A. (2024). Quality of drinking water and risk to the health of the population of the south Baikal region (Russia). *Emerging Contaminants*, 10(2), 100300.
<https://doi.org/10.1016/j.emcon.2024.100300>

- SAG S.A.C. (2016). *Informe de monitoreo de agua en punto de captación* (695-MA034; p. 44). <https://www.sedapar.com.pe/wp-content/uploads/2018/02/4-INFORME-AGUA-POTABLE-SISA-SERVICIOS-DE-INGENIERIA-S.A..pdf>
- Salas, A. (2018). *La calidad del consumo de agua en el distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado—Huánuco*. Univeridad Nacional Agraria de la Selva.
- Salas-Mercado, D., Hermoza, M., & Salas-Ávila, D. (2020). Distribución de metales pesados y metaloides en aguas superficiales y sedimentos del río Crucero, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 37(4). <https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.4.1>
- Santome, A. E. (2023). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos en la calidad del agua de la Quebrada Coigobamba y Río Shiracmaca en Huamachuco* [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/7780>
- SEDA JULIACA S.A. (2022). *Plan maestro optimizado 2022 – 2051 EPS SEDA JULIACA S.A.* 362.
- SENAMHI. (2023). *Informe técnico del comportamiento de bajas temperaturas en la región andina 2023* (43; p. 44). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4832269/INFORME%20BAJAS%20TEMPERATURAS%20MAYO%20JUNIO%202023.pdf>
- Shaari, N. E. M., Tajudin, M. T. F. M., Khandaker, M. M., Majrashi, A., Alenazi, M. M., Abdullahi, U. A., & Mohd, K. S. (2024). Cadmium toxicity symptoms and uptake mechanism in plants: A review. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e252143. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.252143>
- Solarte, Y., Peña, M., & Madera, C. (2006). Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Colombia Medica*, 37(1), 74-82.

- Solís, Y., Zúñiga, L. A., & Mora, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 35. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>
- Teves, B. M. (2016). *Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Cacara, región Lima* [Pontificia Universidad Católica del Perú].
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/6797>
- Ticlia de la Cruz, P. V. (2021). *Determinación de Plomo, Cadmio y Arsénico por espectrofotometría de absorción atómica en aguas del río grande distrito de Huamachuco* [Universidad Nacional de Trujillo].
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT_5e0d81e07728b720ad23ce29de40a2c1
- Tito, J. M., Quispe, R., Contreras, A. M., Casani, M. R., Huayhua, E., & Zegarra, J. (2020). Nivel de satisfacción del servicio de agua potable en la ciudad de Juliaca, el caso de la urbanización Jorge Chávez. *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica*, 3(Vol. 3, Num. 1), 97-102. <https://doi.org/10.47190/nric.v3i1.131>
- Torres, C. I. (2023). *Evaluación de calidad de las fuentes de agua de consumo humano que abastece a las comunidades nativas Santa Rosa, Dulce Gloria y Koshireni, en el distrito de Yurua, Ucayali, 2020* [Universidad Nacional de Ucayali].
<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6368>
- Trigos, C. I. (2017). *Calidad bacteriológica y físico—Química del agua de consumo humano del centro poblado de Alto Puno*. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Villar, R. (2024). *Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en los Anexos de Mesapata y Tambo Pituca, Oxapampa – Perú, 2022* [Universidad

Nacional Daniel Alcides Carrión].

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4079>

Villena, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304-308.

<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

Yeboah, S. I. I. K., Antwi-Agyei, P., & Domfeh, M. K. (2022). Drinking water quality and health risk assessment of intake and point-of-use water sources in Tano North Municipality, Ghana. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 12(2), 157-167. <https://doi.org/10.2166/washdev.2022.152>

ANEXOS

Anexo 1. Estándares de Calidad Ambiental para agua D. S. N° 004-2017-MINAM, categoría 1: Poblacional y recreacional, subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Anexo 1 (Continuación)

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₂₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoforno	mg/L	0,1	**	**
Cloroforno	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

Anexo 2. Límites Máximos Permisibles DS N° 031-2010-SA-DIGESA-MINSA

Parámetros microbiológicos y parasitológicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
<i>E. Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de Helmintos, como quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
Virus	UFC / mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0
Parámetros organolépticos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
Cloruros	mg Cl - L ⁻¹	250
Sulfatos	mg SO4 = L ⁻¹	250
Dureza total	mg CaCO3 L ⁻¹	500
Amoniaco	mg N L ⁻¹	1.5
Hierro	mg Fe L ⁻¹	0.3
Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0.4
Aluminio	mg Al L ⁻¹	0.2
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2.0
Zinc	mg Zn L ⁻¹	3.0
Sodio	mg Na L ⁻¹	200
Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0.020
Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0.010
Bario	mg Ba L ⁻¹	0.700
Boro	mg B L ⁻¹	1.500
Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0.003
Cianuro	mg CN- L ⁻¹	0.070
Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
Clorito	mg L ⁻¹	0.7
Clorato	mg L ⁻¹	0.7
Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0.050
Flúor	mg F- L ⁻¹	1.000
Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0.001
Níquel	mg Ni L ⁻¹	0.020
Nitratos	mg NO3 L ⁻¹	50.00
Nitritos	mg NO2 L ⁻¹	3.00 exposición corta 0.20 exposición larga
Plomo	mg Pb L ⁻¹	0.010
Selenio	mg Se L ⁻¹	0.010
Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0.07
Uranio	mg U L ⁻¹	0.015

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1.8 /100 ml

Anexo 3. Procedimientos de los métodos normalizados para el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

pH (SM N°4500 H+ - B)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Multiparámetro
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Jarra o vaso precipitado • Papel Tissue • Piseta
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique si el equipo se encuentra en buen estado. • Lave el electrodo con agua destilada, luego seque con el papel tissue. • Verifique el equipo con las soluciones de referencia: 4; 7 y 10 unidades y la pendiente debe encontrarse entre 92 y 102%. • Realización del análisis: Tome una alícuota de la muestra que cubre el bulbo del electrodo y realice la medición agitando suavemente. Espere hasta que las lecturas del dispositivo se estabilicen. • Registrar los resultados de la muestra y su replicación. 	
Oxígeno disuelto OD (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Multiparámetro
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Jarra o vaso precipitado • Papel Tissue • Piseta
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese de que el equipo se encuentre en óptimas condiciones. • Siga el procedimiento de calibración del fabricante. • Transfiera una muestra de agua a un vaso e inserte el electrodo. • Mida la muestra siguiendo todas las precauciones recomendadas por el fabricante para garantizar resultados aceptables. • Espere hasta que el valor medido se estabilice. • Registre los resultados obtenidos para la muestra y sus réplicas en el formato de recolección de datos. 	
Conductividad Eléctrica CE (SM N° 2510 - B)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Multiparámetro
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Jarra o vaso precipitado • Papel tissue • Piseta
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese de que el equipo esté en buenas condiciones. • Limpie el electrodo y el recipiente de medición, agite brevemente el electrodo para eliminar las gotas y secar. • Transfiera una alícuota del estándar de control de 60 µS/cm a un vaso de precipitados e inserte el electrodo. • Espere hasta que el valor medido se estabilice. Registre el valor. • Retire el electrodo. Enjuague el electrodo y continúe con la muestra. • Transfiera una alícuota de la muestra a un vaso de precipitados e inserte el electrodo. Las muestras deben estar completamente homogeneizadas. • Espere hasta que el valor medido se estabilice y registre los resultados 	

Anexo 3 (Continuación)

Temperatura T (SM N° 2550 – B)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Multiparámetro
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Jarra o vaso precipitado • Toalla o pañito de secado • Frasco lavador
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el equipo se encuentre en buen estado. • Lavar el electrodo con agua destilada, luego secar. • La temperatura debe medirse directamente en el agua. Si este proceso es difícil y las muestras se recogen utilizando un dispositivo de muestreo (matraz, botella de muestra, balde, etc.), la temperatura debe medirse directamente en ese dispositivo lo antes posible para minimizar el error. • Los resultados se determinaron directamente en una pantalla del equipo medidor (multiparámetro) con uno o dos decimales. 	
Sólidos disueltos totales SDT (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed.)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Estufa • Balanza analítica • Agitador magnético • Desecador
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Embudo de vidrio • Probeta de 50 mL • Varilla de vidrio • Pinza de capsula • Placa Petri o capsulas de porcelana de 100 mL • Matraz • Filtro de fibra de vidrio 47mm de diámetro y 2.0 µm
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación del filtro de fibra de vidrio: Siempre manejar el filtro mediante pinzas metálicas. No manipular el filtro con la mano. Colocar el filtro sobre el embudo de vidrio, con el lado rugoso hacia arriba. Lavar el filtro con tres porciones sucesivas de 20 mL de agua destilada. Dejar el vacío durante 1 minuto adicional para secar el filtro. • Preparación de la capsula de porcelana: No manipular la cápsula con la mano. Marcar cada una de las cápsulas con un número para identificarlas. Colocar la cápsula totalmente limpia y previamente marcada a 180 °C ± 2 °C durante 1 h en un horno, enfriar en un desecador para equilibrar la temperatura y proceder a pesar. Registrar el peso en el formato correspondiente. • Procesamiento de la muestra: Sacar del desecador las cápsulas correspondientes a las muestras que se van a procesar. Permitir que la muestra se acondicione a temperatura ambiente y elegir un volumen de acuerdo a la muestra a procesar. Agitar la muestra invirtiendo el recipiente varias veces. De la muestra recién agitada, transferir rápidamente a una probeta y transferirla sobre el filtro de fibra de vidrio, registrar el volumen en el formato de captura de datos. 	

Anexo 3 (Continuación)

- Transferir 100 mL del filtrado a la cápsula de porcelana previamente pesada y marcada (asegurar el traspaso cuantitativo de la muestra), evaporar a sequedad en el agitador a la temperatura de ebullición del agua. Si es necesario, agregar porciones sucesivas después de la evaporación, si el volumen del filtrado excede la capacidad de la cápsula. Retirar la cápsula del agitador cuando se haya secado totalmente. Secar la cápsula durante 1 h en un horno a $180 \pm 2^\circ \text{C}$, enfriar en un desecador para equilibrar la temperatura y proceder a pesar
-
- Cálculo de resultados:

$$\text{mgSDT/L} = \frac{(A - B) \times 1000 \times 1000}{V \text{ mL}}$$

Donde:

SDT: Sólidos Disueltos Totales, en mg SDT/L.

A: peso final de la cápsula, en mg (peso del residuo seco + peso inicial de la cápsula), en mg.

B: peso inicial de la cápsula, en mg.

V: Volumen de muestra filtrada, en mililitros.

1000: Factor de conversión de gramo a miligramo.

1000: Factor de conversión de mililitro a litro.

DBO₅ (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 D, 23rd Ed.)

Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Incubadora para DBO₅ 20°C • Medidor DBO₅ 600
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • 1 matraz de 428 mL • Probeta de 50 y 100 mL • 2 vasos precipitados 250 mL • Embudo de vidrio Piseta
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Inhibidor de la nitrificación • Hidróxido de potasio 45% • Solución de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 1N • Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 1N
• Procedimiento		<ul style="list-style-type: none"> • Elegir el valor de intervalo de medida de DBO₅ • Comprobar el valor del pH de la muestra de agua. El valor óptimo del pH se encuentra entre 6.5 y 7.5, si no cumple neutralizarla. • Medir exactamente la cantidad de muestra necesaria según el intervalo elegido con el correspondiente matraz aforado de rebose e introducirla en el frasco para muestras (si es necesario usar un embudo). • Para inhibir la nitrificación se recomienda la adición del inhibidor de nitrificación depende del intervalo de medida (cantidad de gotas). • Introduzca en cada frasco para muestras una varilla agitadora magnética limpia y, en el estuche seco, añada 3-4 gotas de la solución de hidróxido potásico al 45 % (sirve para enlazar el dióxido de carbono). • Coloque los sensores para la DBO sobre los frascos para muestras y atorníllelos cuidadosamente. • Inicie la medición programándola para 5 días. • Revise las lecturas realizadas por el equipo y regístralas.

Anexo 3 (Continuación)

Cloruros (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed.)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor de pH • Balanza analítica de cuatro cifras decimales • Estufa
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • 6 matraces de 250 mL • Probeta de 50 y 100 mL • Bureta de 25 mL para titulación • Pipeta Pasteur • Soporte universal • 1 espátula metálica • 1 vaso de precipitado de 50 y 100 mL • 1 balón aforado
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Disolución de nitrato de plata (AgNO_3) 0,01M • Indicador cromato potásico (K_2CrO_4) al 5% • Cloruro de sodio NaCl • Ácido sulfúrico 1N • Hidróxido de sodio 1N • Peróxido de hidrogeno
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Estandarizar el AgNO_3 titulante. Tomar 10 mL de solución patrón de cloruro de sodio 0.0141N, llevar a volumen de 100 mL, agregando 90 mL de agua desionizada, añadir 1mL de solución indicadora de Cromato de potasio (K_2CrO_4), y valorar con nitrato de plata AgNO_3 0.0141N; hasta que la disolución vira a naranja-rojizo. Este procedimiento se realiza tres veces. El volumen gastado de cada una de las valoraciones del titulante AgNO_3 se registra y se determina la concentración real del nitrato de plata. • Pretratamiento de la muestra. Utilizar un volumen de muestra de 100 mL. Si la muestra se encuentra altamente coloreada, añadir 3ml de la suspensión de hidróxido de aluminio $\text{Al}(\text{OH})_3$ Mezclar, dejar sedimentar y filtrar. Agregue 1 mL de H_2O_2 y agite durante 1 minuto. Para evitar la interferencia de sulfuros, sulfitos y tiosulfatos, ajuste el pH a 7-10 utilizando hidróxido de sodio (NaOH) o ácido sulfúrico (H_2SO_4) en concentraciones de 1N o 0.1N. Utilice un medidor de pH para ajustar el pH. • Valoración de la muestra: • Medir un volumen de 100 mL de agua tipo I (Blanco), en un Erlenmeyer de 250 mL. Agregar 1 mL de peróxido de hidrogeno a la muestra para eliminar las interferencias. Verificar el pH a blanco en un rango de 7 a 10. Si no se encuentra el pH en el rango ajústelo. • Medir un volumen de 100 mL de la muestra en un Erlenmeyer de 250 mL. • Agregar 1.0 mL de solución indicadora de cromato de potasio K_2CrO_4 a las muestras y al blanco; ambas presentaran un color amarillo brillante. • Valorar la muestra, utilizando la bureta automática que contiene el titulante de AgNO_3, hasta un punto final rojo ladrillo o naranja-rojizo. • Registré el volumen de AgNO_3 gastado para la muestra y el blanco, calculé, utilizando la formula, para el cálculo de cloruros. • Registre los datos obtenidos y reporte los resultados utilizando 2 cifras. 	

Anexo 3 (Continuación)

Dureza (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • -
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • 2 vasos graduados (10 y 50 mL) con tapa • 1 jeringa graduada • Frasco lavador • Jarra pequeña de plástico Piseta
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Buffer de dureza • Indicador calmagita • Solución EDTA HI3812-0
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Elegir si el rango es alto o bajo. • Retire la tapa del vaso graduado de 10 mL, enjuague el vaso con la muestra de agua. • Rellene hasta la marca de 5 mL y ponga la tapa. • Añada 5 gotas del reactivo buffer de dureza por el orificio de la tapa y mezcle con cuidado girando el vaso en pequeños círculos. • Añada una gota del indicador calmagita y mézclelo como la vez anterior, la solución se tornará rojo-violeta. • Tome el instrumento de titulación y recargue con la solución EDTA HI3812-0. • Añada la solución gota a gota, agitando el recipiente lentamente • Continúe añadiendo la solución de medición hasta que la mezcla se torne morada, luego agite durante 15 s hasta que se vuelva azul. • Registre el volumen de la solución y multiplíquelo por 300 para obtener mg/L de CaCO₃. 	
Amoniaco (SMEWW APHA-AWWA-WEF.Part 4500 NH3 F. 23rd Ed.)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor de amoniaco
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • 2 cubetas de medición • 1 pila de 1.5V AAA
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Una botella reactivo HI 700A-0 • Una botella reactivo HI 700B-0 • Agua destilada
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el equipo se encuentre en buen estado. • Lavar las cubetas de medición, luego secar con papel tissue. • Conecte el medidor pulsando el botón de encendido del medidor de amoniaco. Debe indicar C1 lo que indica que el equipo esta listo. • Llenar la cubeta con 10 mL de muestra sin tratar y coloque la tapa, introduzca la cubeta en el porta-cubeta y cierre la tapa del medidor. • Pulse el botón central y cuando la pantalla muestre C2 con Press parpadeante el medidor está a cero. • Saque la cubeta ábrela y añada 4 gotas del reactivo HI700A-0. Ponga la tapa y agite suavemente. • Abra la cubeta y añada 4 gotas del reactivo HI700B-0 y coloque la tapa y agítelo suavemente, luego introduzca la cubeta en el medidor de amoniaco. • A continuación, pulse el botón central y manténgalo presionado hasta que se muestre un temporizador en la pantalla. • El medidor muestra directamente la concentración de amoniaco. 	

Anexo 3 (Continuación)

Coliformes totales y <i>E. coli</i> (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 D, 23rd Ed.)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Autoclave • Incubadora • Balanza analítica de cuatro cifras decimales • Equipo para filtración en membrana (Matraz Kitasato +bomba de vacío) • Mechero bunsen • Contador de colonias
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Probeta de 100 mL • Filtros de membrana de nitrocelulosa 0.45 micras (100 und) • Pinzas desinfectadas para filtros de membrana • Placas Petri de 90 mm de diámetro (27 und) • Encendedor • Embudos de filtración microfunnel (2 und) • Erlenmeyer con desprendimiento lateral
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Agar cromogénico de coliformes / Chromatic Coli Coliform • Tiosulfato de sodio • Agua de peptona
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación del agar: Si se consigue el agar Chromatic Coli Coliform en placas ya preparadas no será necesario realizar la preparación. • Preparación del material: Esterilizar 3 embudos buchner o microfunnel, 3 probetas de 100 mL. • Procedimiento: <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpie la superficie del portafiltros con alcohol. 2. Con unas pinzas de acero previamente flameadas en alcohol, coloque el filtro de membrana sobre el soporte. 3. Coloque el embudo sobre el soporte hasta que quede firmemente asentado 4. Vierta la muestra de agua de prueba en el embudo (100 mL) y aplique vacío hasta que el líquido se filtre. 5. Rompa el vacío y retire el embudo. Utilice pinzas esterilizadas para retirar el filtro del soporte. 6. Coloque el filtro, con la cuadrícula hacia arriba, en una placa de Petri sobre el medio, asegurándose de que no se formen burbujas de aire entre la membrana y el medio. 7. Incubar la placa boca abajo en el horno: Coliformes totales y <i>E. coli</i>: 24 horas a 37 ° C. Estreptococos fecales: 48 horas a 37°C. 8. Colonias características: las colonias de <i>E. coli</i> son de color azul oscuro a violeta, las de coliformes totales son de color salmón a rojo. Si aparecen colonias de color azul claro a azul verdoso o incoloras, pueden ser otras bacterias gramnegativas. Para confirmar la presencia de <i>E. coli</i>, las colonias de color azul violeta se pueden cubrir con una gota del reactivo de Kovacs. 	

Anexo 3 (Continuación)

Huevos y larvas de helmintos (Método de Bailenger modificado)		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Centrifuga de 0 a 3.000 rpm • Microscopio 10x y 40x • Balanza analítica de cuatro cifras decimales • Vortex
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Tubos de centrifuga de 50 mL y 10 mL • Pipetas pasteur 3 mL • Cámara de Neubauer • Matras aforado de 1 litro • Espátula • Varilla de vidrio • Pipeta graduada de 5 mL
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Ácido acético glacial 500 mL • Sodio acetato anhidro 500 gr • Etil acetato 500 mL • Zinc Sulfato 7-hidrato
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración por sedimentación: Dejar decantar mínimo 24 horas. Eliminar el sobrenadante. Recoger 2 litros de sedimento. Dejar decantar mínimo 24 horas. Eliminar el sobrenadante. Recoger de 50-200 mL de sedimento. • Concentración por centrifugación: Centrifugar a 1000g durante 15 min. Eliminar el sobrenadante. Recoger el sedimento. • Concentración por método difásico: Adicionar Tampón aceto-acético (a mín 10 mL). Adicionar Acetato de etilo (a mín 5 mL). Homogenizar y centrifugar a 1000g durante 15 min. • Concentración por flotación: Eliminar el sobrenadante, recoger el sedimento, adicionar Sulfato de zinc (densidad min 1.18) • Observación: Homogenizar las muestras y transferirlas a una cámara de recuento (Neubauer). Dejar reposar durante 5 min. Observar al microscopio óptico (campo claro) a 10x. Repetir las operaciones anteriores hasta haber analizado toda la muestra. 	

Anexo 3 (Continuación)

Quietes y Ooquistes de protozoarios patógenos		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Centrifuga de 0 a 3.000 rpm • Microscopio 10x y 40x • Vortex
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Tubos de centrifuga • Pipetas pasteur 3 mL • Cámara de Neubauer • Pipeta graduada de 5 mL • frascos de 1.2 litros
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Cloruro de calcio (ClCa₂) 1M • Carbonato de sodio (NaHCO₃) 1M • Ácido sulfámico (NH₂SO₃H) • Hidróxido de sodio (NaOH) • Ácido sulfúrico • Lugol • Solución salina fisiológica
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimentación: Las muestras se dejarán sedimentar por 24 horas. Una vez culminado este periodo se sacará el sobrenadante hasta quedarnos con 1 L de muestra. • Floculación: Las muestras serán trasvasadas a envases de 1 litro para la floculación lo cual consiste en una combinación de reactivos que aumentarán la densidad de los parásitos por ende precipiten: añada 10 mL de cloruro de calcio (ClCa₂) 1M por cada litro de muestra, seguido por 10 mL de carbonato de sodio (NaHCO₃) 1M por cada litro de muestra. Luego, ajuste el pH a 10 con hidróxido de sodio (NaOH) 3N, déjelo durante toda la noche y mida el pH. Transcurrido el tiempo, se extrae el sobrenadante evitando eliminar el precipitado, luego se agrega ácido sulfámico (NH₂SO₃H) como en Vesey et al. • Centrifugación: Transfiera los resultados a un tubo Falcon de 50 mL y centrifugue allí durante 5 minutos a 2500 rpm. Posteriormente, se recogieron los sobrenadantes de todos los tubos, los del mismo sitio de recolección se mezclaron y se centrifugaron nuevamente en las mismas condiciones anteriores a la que finalmente se aplicó el método salino. Lugol y Kinyon 	

Anexo 3 (Continuación)

Organismos de vida libre OVL		
Equipos, materiales y reactivos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Microscopio 10x y 40x
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Tubos de centrifuga • Porta objetos • Cubre objetos • Pipetas pasteur 3 mL • Pipeta graduada de 5 mL • 9 baldes de 12 litros • 9 frascos cilíndricos
	Reactivos/insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada • Lugol • Aceite de inmersión • Solución salina fisiológica
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimentación: Las muestras conservadas con solución de Lugol (2 a 4 mL/L), se exponen a 0.5 h de sedimentación/mm de profundidad. La muestra puede concentrarse en una serie de pasos transfiriendo cuantitativamente el concentrado del recipiente inicial a recipientes secuencialmente más pequeños. Utilizar cámaras de sedimentación cilíndricas con fondo de vidrio fino y transparente. Aplicar una relación altura/diámetro no superior a 5:1. • Eliminación del sobrenadante para la obtención del concentrado deseado (el volumen que se utiliza es de 2 a 3 mL para cada tipo que incluye OVL), no agite el agua y mantenga el extremo de la pipeta directamente por debajo de la superficie del agua. • Método de gran aumento: El examen del fitoplancton con este método requiere el uso de objetivos de inmersión en aceite, para los cuales los procedimientos incluyen cámaras de microscopio, montajes de filtro de membrana y montajes de porta objetos sedimentados. • Para el zooplancton en caso de que sea muy abundante se sugiere utilizar el divisor Folsom, caso contrario observar la muestra sedimentada en su totalidad realizando el recuento. 	

Anexo 4. Resultados de parámetros fisicoquímicos de la fuente de captación

Tabla 1

Valores de pH de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio
		A	B	C	
Mayo	PM-1	8.20	8.23	8.17	8.20
	PM-2	8.09	8.08	8.08	8.08
	PM-3	8.05	8.04	8.05	8.05
Junio	PM-1	7.95	7.97	7.96	7.96
	PM-2	7.98	7.97	8.00	7.98
	PM-3	7.94	7.93	7.94	7.94
Julio	PM-1	7.89	7.88	7.87	7.88
	PM-2	7.84	7.85	7.86	7.85
	PM-3	7.91	7.89	7.90	7.90

Tabla 2

Valores de oxígeno disuelto de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio mg O ₂ /L
		A	B	C	
Mayo	PM-1	1.29	1.24	1.47	1.33
	PM-2	2.91	3.17	3.15	3.08
	PM-3	1.48	1.46	1.50	1.48
Junio	PM-1	0.36	0.54	0.46	0.45
	PM-2	0.81	0.85	0.79	0.82
	PM-3	0.53	0.54	0.55	0.54
Julio	PM-1	2.03	1.98	2.04	2.02
	PM-2	2.27	2.26	2.24	2.26
	PM-3	2.08	1.86	2.01	1.98

Tabla 3

Valores de conductividad de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio (μS/cm)
		A	B	C	
Mayo	PM-1	803	802	805	803
	PM-2	817	823	822	821
	PM-3	829	828	828	828
Junio	PM-1	1028	1036	1030	1031
	PM-2	1034	1035	1030	1033
	PM-3	1028	1025	1027	1027
Julio	PM-1	1151	1150	1151	1151
	PM-2	1261	1264	1257	1261
	PM-3	1146	1148	1134	1143

Tabla 4

Valores de temperatura de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio (°C)
		A	B	C	
Mayo	PM-1	12.77	12.74	12.79	12.77
	PM-2	13.47	13.52	13.54	13.51
	PM-3	13.29	13.33	13.30	13.31
Junio	PM-1	8.37	8.11	8.26	8.25
	PM-2	9.01	8.98	9.10	9.03
	PM-3	9.34	9.52	9.42	9.43
Julio	PM-1	8.14	8.20	8.12	8.15
	PM-2	9.49	9.45	9.32	9.42
	PM-3	9.23	9.09	9.13	9.15

Tabla 5

Valores de sólidos disueltos totales de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg/L)
		A	B	C	
Mayo	PM-1	500	498	491	496
	PM-2	503	498	504	502
	PM-3	505	503	507	505
Junio	PM-1	696	732	643	690
	PM-2	626	675	644	648
	PM-3	618	618	581	606
Julio	PM-1	621	643	657	640
	PM-2	614	619	588	607
	PM-3	653	601	621	625

Tabla 6

Valores de DBO₅ de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg/L)
		A	B	C	
Mayo	PM-1	10	0	5	5
	PM-2	1	1	9	3.7
	PM-3	3	0	7	3.3
Junio	PM-1	8	2	6	5.3
	PM-2	5	2	7	4.7
	PM-3	9	0	11	6.7
Julio	PM-1	4	3	7	4.7
	PM-2	6	4	2	4
	PM-3	10	5	0	5.0

Tabla 7
Valores de cloruros de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg/L)
		A	B	C	
Mayo	PM-1	234.9	249.9	244.9	243.2
	PM-2	239.9	229.9	244.9	238.2
	PM-3	244.9	229.9	234.9	236.6
Junio	PM-1	259.9	239.9	229.9	243.2
	PM-2	219.9	224.9	214.9	219.9
	PM-3	229.9	214.9	219.9	221.6
Julio	PM-1	234.9	239.9	244.9	239.9
	PM-2	219.9	224.9	224.9	223.2
	PM-3	219.9	214.9	224.9	219.9

Tabla 8
Valores de dureza de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg /L)
		A	B	C	
Mayo	PM-1	168	171	171	170
	PM-2	159	162	156	159
	PM-3	159	162	156	159
Junio	PM-1	216	210	219	215
	PM-2	207	213	207	209
	PM-3	213	204	210	209
Julio	PM-1	228	237	231	232
	PM-2	237	240	207	228
	PM-3	216	207	204	209

Tabla 9
Valores de amoniaco de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg/L)
		A	B	C	
Mayo	PM-1	0.11	0.15	0.12	0.13
	PM-2	0.09	0.08	0.07	0.08
	PM-3	0.09	0.10	0.08	0.09
Junio	PM-1	0.04	0.02	0.04	0.03
	PM-2	0.01	0.01	0.03	0.02
	PM-3	0.03	0.00	0.02	0.02
Julio	PM-1	0.05	0.03	0.04	0.04
	PM-2	0.06	0.05	0.04	0.05
	PM-3	0.03	0.03	0.05	0.04

Anexo 5. Resultados de metales pesados de la fuente de captación

Tabla 10

Valores de metales pesados de la fuente de captación

Mes	Punto	Plomo (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Hierro (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Arsénico (mg/L)
Mayo	PM-1	0.0010	0.00004	0.274	0.04	0.02230
	PM-2	0.0008	0.00004	0.334	0.03	0.02215
	PM-3	0.0010	0.00004	0.281	0.05	0.02219
Junio	PM-1	0.0006	0.00003	0.299	0.06	0.02155
	PM-2	0.0006	0.00003	0.310	0.04	0.02111
	PM-3	0.0006	0.00002	0.292	0.04	0.02230
Julio	PM-1	0.0005	0.00004	0.289	0.07	0.02058
	PM-2	0.0004	0.00003	0.292	0.05	0.02038
	PM-3	0.0007	0.00004	0.308	0.10	0.02111

Anexo 6. Resultados de parámetros microbiológicos de la fuente de captación

Tabla 11

Valores de coliformes totales en la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio UFC/100 mL
		A	B	C	
Mayo	PM-1	231	235	232	233
	PM-2	219	291	232	247
	PM-3	230	267	233	243
Junio	PM-1	195	213	289	232
	PM-2	218	243	285	249
	PM-3	186	142	266	198
Julio	PM-1	217	156	223	199
	PM-2	241	236	172	216
	PM-3	326	314	224	288

Tabla 12

Valores de E. coli en la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio UFC/100 mL
		A	B	C	
Mayo	PM-1	18	31	17	22
	PM-2	21	47	16	28
	PM-3	5	23	17	15
Junio	PM-1	47	56	71	58
	PM-2	127	129	69	108
	PM-3	64	41	68	58
Julio	PM-1	42	14	37	31
	PM-2	26	25	13	21
	PM-3	78	73	55	69

Tabla 13

Valores de huevos y larvas de helmintos en la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio Org. /L
		A	B	C	
Mayo	PM-1	4	5	2	4
	PM-2	2	3	4	3
	PM-3	3	6	2	4
Junio	PM-1	7	4	3	5
	PM-2	3	2	2	2
	PM-3	1	5	6	4
Julio	PM-1	3	5	4	4
	PM-2	2	3	3	3
	PM-3	3	4	3	3

Tabla 14

Valores de quistes y ooquistes en la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio Org. /L
		A	B	C	
Mayo	PM-1	3	1	4	3
	PM-2	2	1	1	1
	PM-3	2	2	1	2
Junio	PM-1	1	2	3	2
	PM-2	3	1	3	2
	PM-3	2	2	4	3
Julio	PM-1	4	3	4	4
	PM-2	3	2	2	2
	PM-3	2	1	3	2

Tabla 15

Valores de organismos de vida libre de la fuente de captación

Mes	Punto	Prueba			Promedio Org. /L
		A	B	C	
Mayo	PM-1	67	71	52	63
	PM-2	41	50	46	46
	PM-3	68	73	81	74
Junio	PM-1	51	65	48	55
	PM-2	45	54	52	50
	PM-3	58	60	66	61
Julio	PM-1	48	54	60	54
	PM-2	50	41	32	41
	PM-3	56	64	57	59

Anexo 7. Resultados de parámetros fisicoquímicos del agua potable suministrada

Tabla 16

Valores de pH del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	7.45	7.46	7.44	7.45
	PMRD-2	7.82	7.83	7.83	7.83
	PMRD-3	7.69	7.69	7.67	7.68
	PMRD-4	7.79	7.80	7.78	7.79
	PMRD-5	7.45	7.44	7.46	7.45
	PMRD-6	7.74	7.73	7.74	7.74
Junio	PMRD-1	8.02	8.03	8.03	8.03
	PMRD-2	7.80	7.80	7.80	7.80
	PMRD-3	7.75	7.77	7.76	7.76
	PMRD-4	7.75	7.76	7.75	7.75
	PMRD-5	7.74	7.73	7.75	7.74
	PMRD-6	7.85	7.84	7.85	7.85
Julio	PMRD-1	7.74	7.75	7.74	7.74
	PMRD-2	7.81	7.82	7.82	7.82
	PMRD-3	7.72	7.73	7.72	7.72
	PMRD-4	7.77	7.78	7.77	7.77
	PMRD-5	7.60	7.59	7.61	7.60
	PMRD-6	7.80	7.79	7.80	7.80

Tabla 17

Valores de oxígeno disuelto del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg O ₂ /L)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	0	0	0	0.00
	PMRD-2	2.64	2.74	2.84	2.74
	PMRD-3	0	0	0	0.00
	PMRD-4	1.45	1.50	1.45	1.47
	PMRD-5	0	0	0	0.00
	PMRD-6	0.81	0.64	0.65	0.70
Junio	PMRD-1	0.41	0.40	0.39	0.40
	PMRD-2	0.50	0.56	0.43	0.50
	PMRD-3	0.21	0.21	0.21	0.21
	PMRD-4	0.65	0.59	0.55	0.60
	PMRD-5	0.01	0.00	0.00	0.00
	PMRD-6	0.56	0.59	0.54	0.56
Julio	PMRD-1	0.21	0.20	0.20	0.20
	PMRD-2	1.57	1.65	1.64	1.62
	PMRD-3	0.11	0.11	0.11	0.11
	PMRD-4	1.05	1.05	1.00	1.03
	PMRD-5	0.01	0.00	0.00	0.00
	PMRD-6	0.69	0.62	0.60	0.64

Tabla 18

Valores de conductividad del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (μ S/cm)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	886	887	886	886
	PMRD-2	886	885	884	885
	PMRD-3	875	876	875	875
	PMRD-4	870	873	870	871
	PMRD-5	886	886	887	886
	PMRD-6	877	873	872	874
Junio	PMRD-1	1142	1141	1138	1140
	PMRD-2	1106	1103	1102	1104
	PMRD-3	1106	1107	1105	1106
	PMRD-4	1103	1108	1108	1106
	PMRD-5	1110	1109	1106	1108
	PMRD-6	1092	1101	1099	1097
Julio	PMRD-1	1014	1014	1012	1013
	PMRD-2	996	994	993	994
	PMRD-3	991	992	990	991
	PMRD-4	987	991	989	989
	PMRD-5	998	998	997	998
	PMRD-6	985	987	986	986

Tabla 19

Valores de temperatura del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio ($^{\circ}$ C)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	9.89	9.89	9.89	9.89
	PMRD-2	8.48	8.50	8.49	8.49
	PMRD-3	12.33	12.17	12.41	12.30
	PMRD-4	9.72	9.58	9.71	9.67
	PMRD-5	9.89	9.88	9.89	9.89
	PMRD-6	14.73	15.02	15.08	14.94
Junio	PMRD-1	9.33	9.31	9.28	9.31
	PMRD-2	9.58	9.71	9.75	9.68
	PMRD-3	10.58	10.46	10.53	10.52
	PMRD-4	6.89	6.86	6.82	6.86
	PMRD-5	11.58	11.58	11.63	11.60
	PMRD-6	15.53	15.67	15.57	15.59
Julio	PMRD-1	9.61	9.60	9.59	9.60
	PMRD-2	9.03	9.11	9.12	9.09
	PMRD-3	11.46	11.32	11.47	11.42
	PMRD-4	8.31	8.22	8.27	8.27
	PMRD-5	10.74	10.73	10.76	10.74
	PMRD-6	15.13	15.35	15.33	15.27

Tabla 20

Valores de sólidos disueltos totales del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg/L)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	485	474	471	477
	PMRD-2	478	472	480	477
	PMRD-3	481	469	469	473
	PMRD-4	266	226	274	255
	PMRD-5	315	330	332	326
	PMRD-6	372	325	399	365
Junio	PMRD-1	1098	1051	1002	1050
	PMRD-2	764	746	728	746
	PMRD-3	681	688	696	688
	PMRD-4	566	519	580	584
	PMRD-5	574	592	586	584
	PMRD-6	548	540	554	547
Julio	PMRD-1	791	762	737	764
	PMRD-2	621	609	604	611
	PMRD-3	581	579	582	581
	PMRD-4	416	373	427	405
	PMRD-5	444	461	459	455
	PMRD-6	460	433	477	456

Tabla 21

Valores de DBO₅ del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg/L)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0
Junio	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0
Julio	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0

Tabla 22

Valores de cloro libre del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg/L)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	1.67	1.69	1.67	1.68
	PMRD-2	1.53	1.54	1.55	1.54
	PMRD-3	1.59	1.54	1.55	1.56
	PMRD-4	1.44	1.44	1.47	1.45
	PMRD-5	1.18	1.38	1.37	1.31
	PMRD-6	1.43	1.45	1.45	1.44
Junio	PMRD-1	1.65	1.68	1.64	1.66
	PMRD-2	1.36	1.31	1.30	1.32
	PMRD-3	1.47	1.46	1.52	1.48
	PMRD-4	1.23	1.22	1.22	1.22
	PMRD-5	1.17	1.15	1.19	1.17
	PMRD-6	1.56	1.49	1.51	1.52
Julio	PMRD-1	1.90	1.94	1.92	1.92
	PMRD-2	1.77	1.71	1.67	1.72
	PMRD-3	1.82	1.79	1.76	1.79
	PMRD-4	1.71	1.63	1.65	1.66
	PMRD-5	1.44	1.51	1.38	1.44
	PMRD-6	1.93	1.85	1.86	1.88

Tabla 23

Valores de dureza del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg/L)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	174	177	172.5	175
	PMRD-2	168	162	171	167
	PMRD-3	159	165	166.5	164
	PMRD-4	177	171	177	175
	PMRD-5	165	171	174	170
	PMRD-6	168	165	171	168
Junio	PMRD-1	290	235	232	252
	PMRD-2	213	219	225	219
	PMRD-3	207	183	216	202
	PMRD-4	216	204	198	206
	PMRD-5	189	225	210	208
	PMRD-6	204	198	195	199
Julio	PMRD-1	290	202	253	248
	PMRD-2	219	219	216	218
	PMRD-3	216	216	219	217
	PMRD-4	210	219	201	210
	PMRD-5	210	210	225	215
	PMRD-6	204	195	222	207

Tabla 24

Valores de amoniaco del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (mg/L)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	0.00	0.00	0.01	0.00
	PMRD-2	0.00	0.00	0.00	0.00
	PMRD-3	0.02	0.03	0.02	0.02
	PMRD-4	0.10	0.13	0.09	0.11
	PMRD-5	0.05	0.04	0.06	0.05
	PMRD-6	0.08	0.12	0.10	0.10
Junio	PMRD-1	0.05	0.00	0.01	0.02
	PMRD-2	0.00	0.01	0.00	0.00
	PMRD-3	0.01	0.01	0.01	0.01
	PMRD-4	0.00	0.00	0.00	0.00
	PMRD-5	0.00	0.01	0.02	0.01
	PMRD-6	0.01	0.00	0.00	0.00
Julio	PMRD-1	0.01	0.00	0.02	0.01
	PMRD-2	0.00	0.03	0.02	0.02
	PMRD-3	0.05	0.01	0.01	0.02
	PMRD-4	0.04	0.03	0.06	0.04
	PMRD-5	0.06	0.05	0.04	0.05
	PMRD-6	0.04	0.05	0.07	0.05

Anexo 8. Resultados de metales del agua potable suministrada

Mes	Punto	Unidad	Plomo	Cadmio	Hierro	Aluminio	Arsénico
Mayo	PMRD-1	mg/L	0.0004	0.00003	0.079	0.56	0.01120
	PMRD-2	mg/L	0.0003	0.00004	0.064	0.39	0.01051
	PMRD-3	mg/L	0.0008	0.00006	0.074	0.48	0.01055
	PMRD-4	mg/L	0.0009	0.00006	0.265	1.47	0.01765
	PMRD-5	mg/L	0.0005	0.00003	0.076	0.55	0.01176
	PMRD-6	mg/L	0.0004	0.00005	0.043	0.29	0.01018
Junio	PMRD-1	mg/L	0.0002	0.00001	0.024	0.03	0.03860
	PMRD-2	mg/L	0.0005	0.00003	0.400	0.65	0.01199
	PMRD-3	mg/L	0.0011	0.00004	0.355	1.87	0.02259
	PMRD-4	mg/L	0.1069	0.00007	0.119	0.42	0.01302
	PMRD-5	mg/L	0.0022	0.00005	0.079	0.41	0.01143
	PMRD-6	mg/L	0.0130	0.00005	0.046	0.25	0.00975
Julio	PMRD-1	mg/L	0.0004	0.00002	0.016	0.05	0.03913
	PMRD-2	mg/L	0.0009	0.00005	0.189	0.36	0.00902
	PMRD-3	mg/L	0.0006	0.00009	0.101	0.55	0.01049
	PMRD-4	mg/L	0.0003	0.00008	0.094	0.42	0.00927
	PMRD-5	mg/L	0.0002	0.00003	0.055	0.40	0.00864
	PMRD-6	mg/L	0.0020	0.00004	0.018	0.21	0.00719

Anexo 9. Resultados de parámetros microbiológicos del agua potable suministrada

Tabla 25

Valores de coliformes totales del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (UFC/100 mL)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	1	0	1
Junio	PMRD-1	1	0	0	1
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0
Julio	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	2	0	1
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0

Tabla 26

Valores de E. coli del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (UFC/100 mL)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0
Junio	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0
Julio	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0

Tabla 27

Valores de huevos y larvas de helmintos del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (Org./L)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0
Junio	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0
Julio	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0

Tabla 28

Valores de quistes y ooquistes del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (Org./L)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0
Junio	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0
Julio	PMRD-1	0	0	0	0
	PMRD-2	0	0	0	0
	PMRD-3	0	0	0	0
	PMRD-4	0	0	0	0
	PMRD-5	0	0	0	0
	PMRD-6	0	0	0	0

Tabla 29

Valores de organismos de vida libre del agua potable suministrada a domicilio

Mes	Punto	Prueba			Promedio (Org./L)
		A	B	C	
Mayo	PMRD-1	2	0	1	1
	PMRD-2	4	2	1	2
	PMRD-3	0	1	2	1
	PMRD-4	2	3	3	3
	PMRD-5	1	2	2	2
	PMRD-6	0	2	0	1
Junio	PMRD-1	0	1	1	1
	PMRD-2	0	2	6	3
	PMRD-3	6	0	3	3
	PMRD-4	4	5	3	4
	PMRD-5	2	3	1	2
	PMRD-6	1	2	2	2
Julio	PMRD-1	1	0	0	1
	PMRD-2	3	2	2	2
	PMRD-3	2	3	1	2
	PMRD-4	2	2	2	2
	PMRD-5	1	1	2	1
	PMRD-6	1	0	1	1

En la totalidad de los organismos encontrados fueron algas.

Anexo 10. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk de parámetros de la fuente de captación

Punto	Variable	Estadístico	Valor p	Distribución
pH	PM-1	0.923	0.463	Normal
	PM-2	0.994	0.856	
	PM-3	0.932	0.497	
OD	PM-1	0.995	0.867	Normal
	PM-2	0.976	0.700	
	PM-3	0.970	0.667	
CE	PM-1	0.969	0.661	Normal
	PM-2	1.000	0.960	
	PM-3	0.977	0.712	
Temperatura	PM-1	0.766	0.036	Normal
	PM-2	0.815	0.150	
	PM-3	0.800	0.115	
SDT	PM-1	0.927	0.479	Normal
	PM-2	0.940	0.527	
	PM-3	0.865	0.282	
DBO ₅	PM-1	1.000	1.000	Normal
	PM-2	0.949	0.567	
	PM-3	1.000	1.000	
Cloro libre	PM-1	0.750	0.000	Normal
	PM-2	0.880	0.325	
	PM-3	0.825	0.177	
Dureza	PM-1	0.936	0.513	Normal
	PM-2	0.937	0.515	
	PM-3	0.75	0.000	
Amoniac	PM-1	0.824	0.174	Normal
	PM-2	1.000	1.000	
	PM-3	0.942	0.537	
Plomo	PM-1	0.893	0.363	Normal
	PM-2	1.000	1.00	
	PM-3	0.923	0.463	
Cadmio*	PM-1, PM-2 y PM-3	0.75	0	No normal
Hierro	PM-1	0.987	0.780	Normal
	PM-2	0.993	0.843	
	PM-3	0.989	0.797	
Aluminio	PM-1	0.964	0.637	Normal
	PM-2	1.000	1.000	
	PM-3	0.871	0.298	
Arsénico	PM-1	0.995	0.859	Normal
	PM-2	0.990	0.808	
	PM-3	0.819	0.160	
Coliformes totales	PM-1	0.772	0.050	Normal
	PM-2	0.795	0.103	
	PM-3	1.000	1.000	
<i>E. coli</i>	PM-1	0.923	0.463	Normal
	PM-2	0.810	0.138	
	PM-3	0.895	0.370	
Huevos y larvas de H.*	PM-1, PM-2 y PM-3	0.75	0	No normal
Quistes y oquistes P.*	PM-1, PM-2 y PM-3	1	1	No normal
OVL	PM-1	0.832	0.194	Normal
	PM-2	0.996	0.878	
	PM-3	0.848	0.235	

Anexo 11. Resultados de las Pruebas de Tukey de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la fuente de captación

Parámetro	Agrupación de parámetro con punto			Agrupación de parámetro con bloque-mes		
	Punto	Media.	Agrupación	Mes	Media.	Agrupación
pH	PM-1	8.013333	A	Mayo	8.110	A
	PM-2	7.970000	A	Junio	7.960	B
	PM-3	7.963333	A	Julio	7.877	B
OD	PM-2	2.053333	A	Julio	2.087	A
	PM-3	1.333333	A	Mayo	1.963	A
	PM-1	1.266667	A	Junio	0.603	B
CE	PM-2	1038.33	A	Julio	1185.00	A
	PM-3	999.33	A	Junio	1030.33	B
	PM-1	995.00	A	Mayo	817.33	C
T	PM-2	10.653	A	Mayo	13.197	A
	PM-3	10.630	A	Julio	8.907	B
	PM-1	9.723	B	Junio	8.903	B
SDT	PM-1	608.6667	A	Junio	648	A
	PM-2	585.6667	A	Julio	624	A
	PM-3	578.6667	A	Mayo	501	B
DBO ₅	PM-1	5.00	A	Junio	5.567	A
	PM-3	5.00	A	Julio	4.567	A
	PM-2	4.13	A	Mayo	4.0	A
Cloruros	PM-1	242.10	A	Mayo	239.33	A
	PM-2	227.10	AB	Junio	228.23	A
	PM-3	226.03	B	Julio	227.67	A
Dureza	PM-1	205.67	A	Junio	223.00	A
	PM-3	198.67	A	Julio	211.00	A
	PM-2	192.33	A	Mayo	162.67	B
Amoniaco	PM-1	0.0667	A	Mayo	0.10	A
	PM-2	0.0500	A	Junio	0.043	B
	PM-3	0.0500	A	Julio	0.023	B
Pb	PM-3	0.000767	A	Mayo	0.00093	A
	PM-1	0.000700	A	Junio	0.00060	B
	PM-2	0.000600	A	Julio	0.00053	B
Cd*	-	-	-	-	-	-
Fe	PM-2	0.31300	A	Junio	0.30033	A
	PM-3	0.29367	A	Julio	0.29633	B
Al	PM-1	0.28733	A	Mayo	0.29633	B
	PM-3	0.06333	A	Mayo	0.0733	A
	PM-1	0.05667	A	Junio	0.0467	A
As	PM-2	0.04000	A	Julio	0.0400	A
	PM-3	0.21867	A	Mayo	0.02221	A
	PM-1	0.21477	A	Junio	0.2165	A
Coliformes totales	PM-2	0.21213	A	Julio	0.0207	B
	PM-3	243.00	A	Mayo	241.00	A
	PM-2	237.33	A	Julio	234.33	A
E. coli	PM-1	221.33	A	Junio	226.33	A
	PM-2	52.33	A	Junio	74.67	A
	PM-3	47.33	A	Julio	40.33	A
Helmintos*	PM-1	37.00	A	Mayo	21.67	A
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
Quistes*	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
OVL	PM-3	64.67	A	Mayo	61.00	A
	PM-1	57.33	AB	Junio	55.33	A
	PM-2	45.67	B	Julio	51.33	A

*Aquellos parámetros que se analizaron con la prueba no paramétrica Friedman

Anexo 12. Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk de parámetros del agua potable
suministrada a domicilio

Punto	Variable	Estadístico	Valor p	Distribución
pH	PMRD-1	1.00	1.00	Normal
	PMRD-2	0.964	0.637	
	PMRD-3	1.00	1.00	
	PMRD-4	1.00	1.00	
	PMRD-5	1.00	0.962	
	PMRD-6	0.997	0.900	
OD	PMRD-1	1.00	1.00	Normal
	PMRD-2	0.957	0.598	
	PMRD-3	1.00	1.00	
	PMRD-4	0.948	0.853	
	PMRD-5	1.00	1.00	
	PMRD-6	1.00	1.00	
CE	PMRD-1	1	1.00	Normal
	PMRD-2	1.00	0.995	
	PMRD-3	1.00	0.995	
	PMRD-4	1.00	0.995	
	PMRD-5	1.00	0.990	
	PMRD-6	1.00	0.995	
Temperatura	PMRD-1	1	1.00	Normal
	PMRD-2	1.00	0.991	
	PMRD-3	1.00	0.988	
	PMRD-4	1.00	0.996	
	PMRD-5	1.00	0.994	
	PMRD-6	1.00	0.983	
SDT	PMRD-1	1.00	0.998	Normal
	PMRD-2	1.00	0.996	
	PMRD-3	1.00	0.995	
	PMRD-4	0.997	0.903	
	PMRD-5	1	1.00	
	PMRD-6	1	1.00	
DBO ₅ *	PMRD-1	-	-	-
	PMRD-2	-	-	
	PMRD-3	-	-	
	PMRD-4	-	-	
	PMRD-5	-	-	
	PMRD-6	-	-	
Cloro libre	PMRD-1	0.807	0.132	Normal
	PMRD-2	0.997	0.890	
	PMRD-3	0.928	0.480	
	PMRD-4	0.999	0.950	
	PMRD-5	1.00	0.959	
	PMRD-6	0.881	0.328	
Dureza	PMRD-1	0.789	0.0881	Normal
	PMRD-2	0.764	0.0321	
	PMRD-3	0.941	0.531	
	PMRD-4	0.834	0.200	
	PMRD-5	0.863	0.277	
	PMRD-6	0.896	0.373	
Amoniaco	PMRD-1	1	1.00	No normal
	PMRD-2	0.75	0.00	
	PMRD-3	0.75	0.00	
	PMRD-4	0.976	0.702	
	PMRD-5	0.75	0.00	
	PMRD-6	1	1.00	

Anexo 12 (Continuación)

Plomo	PMRD-1	0.75	0	Normal
	PMRD-2	0.964	0.637	
	PMRD-3	0.987	0.780	
	PMRD-4	0.754	0.00934	
	PMRD-5	0.860	0.266	
	PMRD-6	0.844	0.223	
Cadmio	PMRD-1	1	1.00	Normal
	PMRD-2	1	1.00	
	PMRD-3	0.987	0.780	
	PMRD-4	1	1.00	
	PMRD-5	0.75	0	
	PMRD-6	0.75	0	
Hierro	PMRD-1	0.844	0.223	Normal
	PMRD-2	0.979	0.720	
	PMRD-3	0.821	0.167	
	PMRD-4	0.857	0.259	
	PMRD-5	0.842	0.220	
	PMRD-6	0.829	0.187	
Aluminio	PMRD-1	0.778	0.0636	Normal
	PMRD-2	0.827	0.180	
	PMRD-3	0.788	0.0854	
	PMRD-4	0.75	0.00	
	PMRD-5	0.800	0.114	
	PMRD-6	1.00	1.00	
Arsénico	PMRD-1	0.764	0.0317	Normal
	PMRD-2	1.00	0.996	
	PMRD-3	0.754	0.0082	
	PMRD-4	0.996	0.884	
	PMRD-5	0.828	0.184	
	PMRD-6	0.855	0.255	
Organismos de vida libre	PMRD-1	0.75	0	No normal
	PMRD-2	0.75	0	
	PMRD-3	0.75	0	
	PMRD-4	0.75	0	
	PMRD-5	0.75	0	
	PMRD-6	0.75	0	

Los resultados de los parámetros DBO₅, coliformes totales, *E. coli*, huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos fueron valores nulos o cero, por lo que no se pudo realizar la prueba de normalidad.

Anexo 13. Resultados de las pruebas de Tukey de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable domiciliario.

Parámetro	Agrupación de parámetro con punto			Agrupación de parámetro con bloque-mes		
	Punto	Media.	Agrupación	Mes	Media.	Agrupación
pH	PMRD-2	7.817	A	Junio	7.822	A
	PMRD-6	7.797	A	Julio	7.742	A
	PMRD-4	7.770	A	Mayo	7.657	A
	PMRD-1	7.740	A			
	PMRD-3	7.720	A			
	PMRD-5	7.597	A			
OD	PMRD-2	1.62	A	Mayo	0.82	A
	PMRD-4	1.03	AB	Julio	0.60	A
	PMRD-6	0.63	AB	Junio	0.38	A
	PMRD-1	0.20	B			
	PMRD-3	0.10	B			
CE	PMRD-5	0.00	B			
	PMRD-1	1013.00	A	Junio	1110.17	A
	PMRD-5	997.33	AB	Julio	995.17	B
	PMRD-2	994.33	B	Mayo	879.50	C
	PMRD-3	990.67	B			
	PMRD-4	988.67	B			
T	PMRD-6	985.67	B			
	PMRD-6	15.27	A	Mayo	10.86	A
	PMRD-3	11.41	B	Julio	10.73	A
	PMRD-5	10.74	BC	Junio	10.59	A
	PMRD-1	9.60	BC			
	PMRD-2	9.08	BC			
SDT	PMRD-4	8.27	C			
	PMRD-1	763.67	A	Junio	699.83	A
	PMRD-2	611.33	AB	Julio	545.33	B
	PMRD-3	580.67	AB	Mayo	395.50	C
	PMRD-6	456.00	B			
	PMRD-5	455.00	B			
Cloro residual	PMRD-4	414.67	B			
	PMRD-1	1.753	A	Julio	1.735	A
	PMRD-6	1.613	AB	Mayo	1.497	B
	PMRD-3	1.610	AB	Junio	1.395	B
	PMRD-2	1.527	B			
	PMRD-4	1.443	BC			
Dureza	PMRD-5	1.306	C			
	PMRD-1	225.00	A	Julio	219.17	A
	PMRD-2	201.33	AB	Junio	214.33	A
	PMRD-5	197.67	B	Mayo	169.83	B
	PMRD-4	197.00	B			
	PMRD-3	194.33	B			
Amoniaco*	PMRD-6	191.33	B			
	-	-	-	-	-	-
	Pb	-	-	-	-	-
	PMRD-4	0.03603	A	Junio	0.02065	A
	PMRD-6	0.00513	A	Julio	0.00073	A
	PMRD-5	0.00097	A	Mayo	0.00055	A
Cd	PMRD-3	0.00083	A			
	PMRD-2	0.00057	A			
	PMRD-1	0.00033	A			
	PMRD-4	7.00e-05	A	Julio	5.17e-05	A
	PMRD-3	6.33e-05	A	Mayo	4.50e-05	A
	PMRD-6	4.67e-05	AB	Junio	4.17e-05	A
	PMRD-2	4.00e-05	AB			
	PMRD-5	3.67e-05	AB			
	PMRD-1	2.00e-05	B			

Anexo 13 (Continuación)

Parámetro	Agrupación de parámetro con punto			Agrupación de parámetro con bloque-mes		
	Punto	Media.	Agrupación	Mes	Media.	Agrupación
Fe	PMRD-2	0.2177	A	Junio	0.1705	A
	PMRD-3	0.1767	A	Mayo	0.1001	A
	PMRD-4	0.1593	A	Julio	0.0788	A
	PMRD-5	0.0700	A			
	PMRD-1	0.0397	A			
	PMRD-6	0.0357	A			
Al	PMRD-3	0.967	A	Julio	0.623	A
	PMRD-4	0.770	A	Mayo	0.605	A
	PMRD-2	0.467	A	Junio	0.332	A
	PMRD-5	0.453	A			
	PMRD-6	0.250	A			
	PMRD-1	0.213	A			
As	PMRD-1	0.0296	A	Junio	0.0179	A
	PMRD-3	0.1454	A	Julio	0.0139	A
	PMRD-4	0.1331	A	Mayo	0.0119	A
	PMRD-5	0.0106	A			
	PMRD-2	0.0105	A			
	PMRD-6	0.0090	A			
Coliformes totales**	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> **	-	-	-	-	-	-
Helmintos**	-	-	-	-	-	-
Quistes**	-	-	-	-	-	-
OVL*	-	-	-	-	-	-

*Aquellos que se analizaron con la prueba no paramétrica Friedman

**Aquellos parámetros cuyos resultados fueron cero

3. Buena

Contaminación

2.3. ¿De qué forma cree Ud. que los residuos sólidos influyen en la calidad del agua de la fuente de captación río Coata?

1. Mala

2. Regular

3. Buena

2.4. ¿De qué forma Cree Ud que las instalaciones clandestinas de aguas servidas influyen en la calidad del agua de la fuente de captación - río Coata?

1. Mala

2. Regular

3. Buena

Población aledaña

2.5. ¿Cree Ud. que actividades como el lavado de prendas y similares por personas aledañas en las riberas alteran considerablemente la calidad de la fuente de captación - río Coata?

1. Nada

2. Poco

3. Bastante

2.6. ¿Cree Ud. que los vecinos aledaños son los que afectan en gran medida la calidad del agua de la fuente de captación río Coata?

1. Nada

2. Poco

3. Bastante

Porcentaje de conocimiento

2.7. ¿Cuánta educación ambiental cree Ud. que tiene la población de Juliaca – río Coata?

1. Nada

2. Poco

3. Bastante

2.8. Conoce usted ¿El punto de captación de aguas superficiales para la potabilización que se ubica en el río Coata?

1. Nada

2. Poco
3. Bastante

AGUA POTABLE Aspecto

2.9. ¿Qué tan limpia cree Ud. que es el agua potable que llega a su casa y consume respecto al olor, sabor y color?

1. Mala
2. Regular
3. Buena

2.10. ¿Qué opinaría si alguna vez en su urbanización encontraran indicios de contaminación en el agua potable domiciliario?

1. Mala
2. Regular
3. Buena

Antecedentes de Enfermedades de origen hídrico

2.11. ¿Ud. o algún familiar presento problemas estomacales ocasionados por el consumo del agua potable domiciliario?

1. Nada
2. Poco
3. Bastante

2.12. ¿Ud. o algún familiar presento problemas de alergias ocasionados por el consumo del agua potable domiciliario?

1. Nada
2. Poco
3. Bastante

Información

2.13. ¿Ha recibido Ud. alguna capacitación sobre temas de prevención de enfermedades relacionadas al agua para consumo humano?

1. Nada
2. Poco
3. Bastante

2.14. ¿Cuánta información ha recibido sobre la calidad del agua potable que consume por la institución encargada?

1. Nada
2. Poco
3. Bastante

Aceptabilidad

2.15. ¿Cómo calificaría la calidad del agua potable que recibe en su hogar?

1. Mala
2. Regular
3. Buena

2.16. ¿Cómo considera que es la cantidad de agua potable que se le brinda en su hogar?

1. Mala
2. Regular
3. Buena

ANEXO 5. GUÍA DE ENTREVISTA

Fecha:.....

Hora:.....

Lugar (Zona y sitio específico):

Entrevistador: Leodan Coaquira Pacheco

Entrevistado(a):.....

.....

(Nombre o iniciales, edad)

INTRODUCCIÓN

Se está trabajando un proyecto de investigación que tiene como propósito conocer las percepciones de la población de Juliaca sobre la calidad del agua en la fuente de captación y en el suministro que se da a domicilio, para recoger las alternativas de solución de los ciudadanos con la finalidad de formular propuestas o hacer llegar a instituciones que les competen para un manejo sostenible del recurso hídrico. Le pedimos sinceridad en sus respuestas. Muchas gracias por su colaboración.

PREGUNTAS

1. ¿Cuál es la percepción que tiene usted sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la fuente de captación superficial que es el río Coata?

.....
.....
.....

2. ¿Cuál es la percepción que tiene usted sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable suministrada en la ciudad de Juliaca?

.....
.....
.....

3. ¿Qué opinión tiene acerca de los residuos presentes en la fuente de captación? ¿Usted cree que la población está contribuyendo al cuidado, preservación de la fuente de captación?

.....
.....
.....

4. ¿Usted esta consiente del agua que está tomando? ¿sabes si tiene algún microorganismo?

.....
.....
.....

Anexo 16. Diseño de validación del instrumento de recolección de datos (encuesta)

Anexo 16. Panel fotográfico



Imagen 01. Encuesta sobre la percepción de la degradación de las aguas de la fuente de captación y percepción de la satisfacción del agua potable domiciliario.



Imagen 02. Reconocimiento del entorno de los puntos de muestreo PM-1, PM-2 y PM-3 de la fuente de captación



Imagen 3. Muestreo de los puntos PM-01, PM-02 y PM-03 de la fuente de captación



Imagen 04. Medición de los parámetros in situ (pH, oxígeno disuelto, temperatura y conductividad eléctrica) en la fuente de captación



Imagen 5. Preservación de las muestras en campo para dureza total



Imagen 6. Filtrado y preservación de las muestras para nitrógeno amoniacal



Imagen 7. Determinación del caudal mediante el método del flotador



Imagen 8. Análisis del parámetro SDT de la fuente de captación



Imagen 9. Análisis del parámetro DBO5 de la fuente de captación



Imagen 10. Análisis del parámetro SDT de la fuente de captación



Imagen 11. Análisis del parámetro cloruros de la fuente de captación

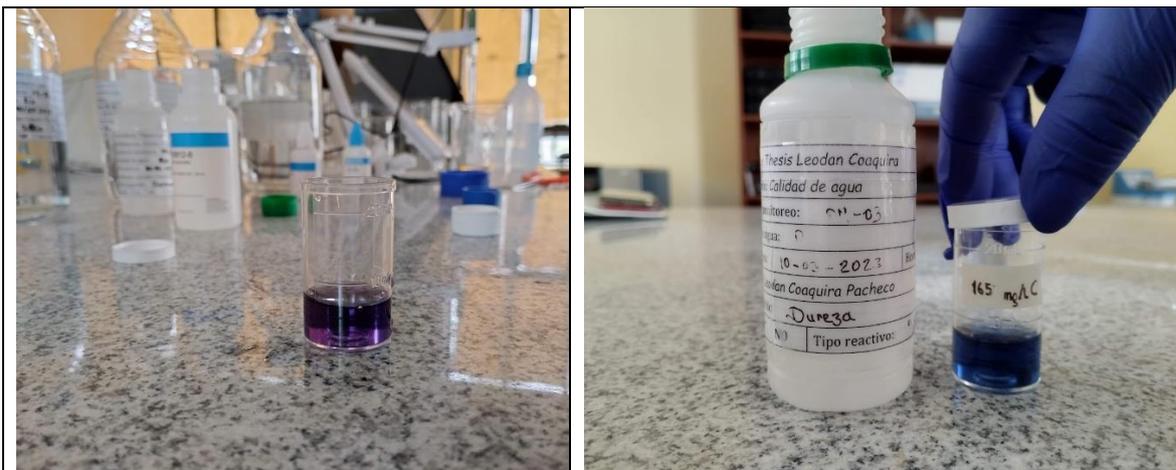


Imagen 12. Análisis del parámetro dureza de la fuente de captación



Imagen 13. Análisis del parámetro amoniaco de la fuente de captación

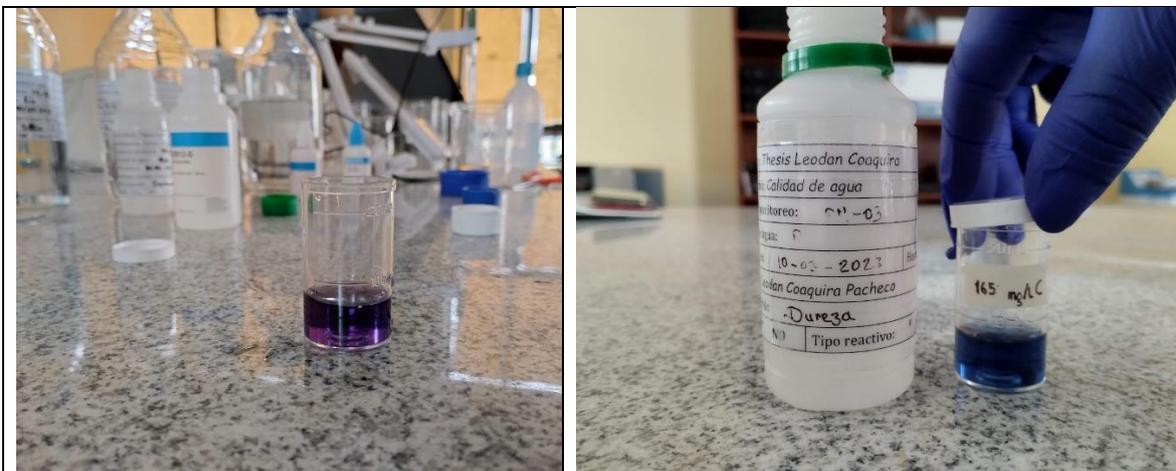


Imagen 14. Análisis del parámetro dureza de la fuente de captación



Imagen 15. Análisis de coliformes totales y *E. coli* de la fuente de captación



Imagen 16. Análisis del parámetro huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes

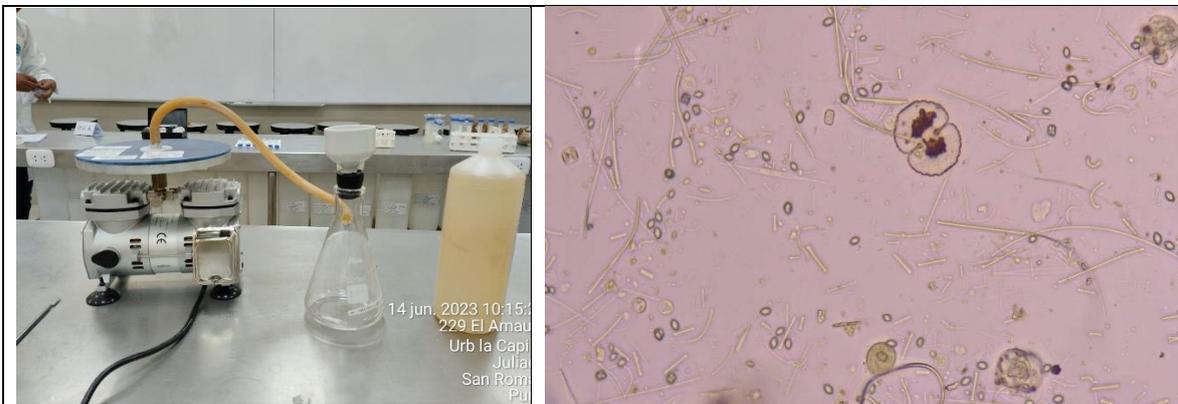


Imagen 17. Análisis de organismos de vida libre de la fuente de captación



Imagen 18. Observación de organismos de vida libre de la fuente de captación



23 may. 2023 4:48:43
Urb Cesar Vallejo
Juliaca
San Román
Puno

Imagen 19. Muestreo y análisis de parámetros in situ PMRD-5 salida Arequipa



23 may. 2023 5:11:00
1540 Avenida Ferro
Urb Santa Adela
Juuliaca
San Román



23 may. 2023 5:00:00
882 Avenida Hipólito Unzueta
Urb la Candelaria
Juuliaca
San Román

Imagen 20. Muestreo y análisis de parámetros in situ PMRD-3 salida Lampa



23 may. 2023 5:46:14
542 Avenida Abancay
Urbanizacion Jorge Chavez
Juliaca
San Román
Puno

Imagen 21. Muestreo y análisis de parámetros in situ PMRD-2 salida Cusco



Imagen 22. Muestreo y análisis de parámetros in situ PMRD-4 centro

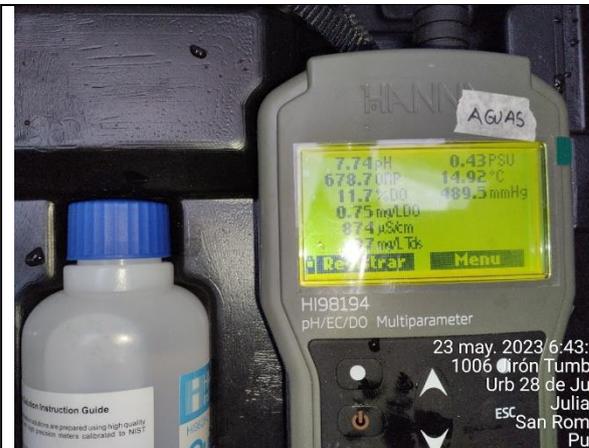


Imagen 23. Muestreo y análisis de parámetros in situ PMRD-6 salida Puno

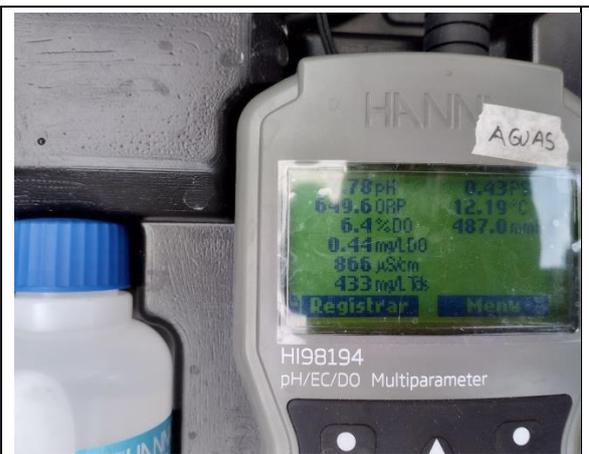


Imagen 24. Muestreo y análisis de parámetros in situ PMRD-2 salida Huancane



Imagen 25. Muestreo para metales pesados y el respectivo envío al BHIOS laboratorio

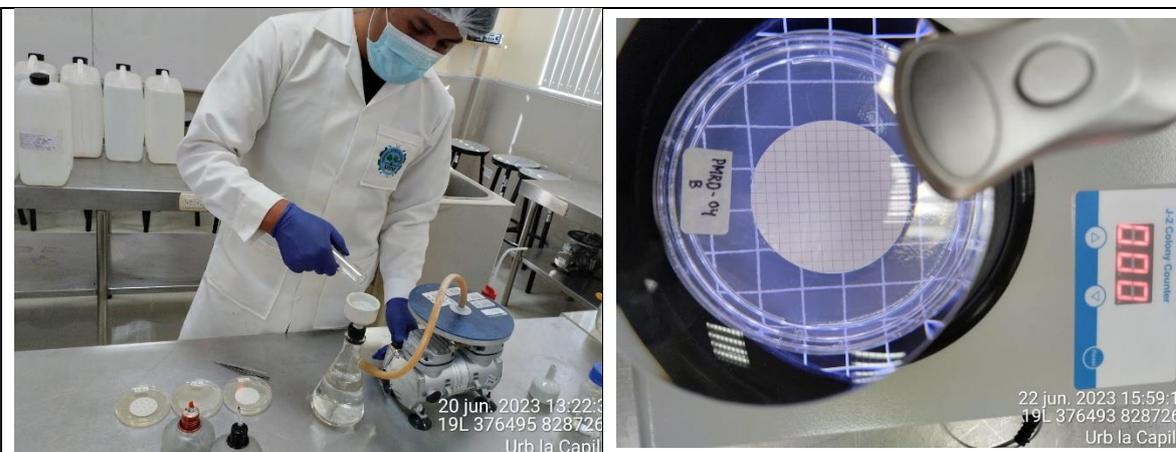


Imagen 26. Análisis de parámetros microbiológicos del agua potable



Imagen 27. Análisis de parámetros microbiológicos



Imagen 28. Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua potable



Imagen 29. Análisis de parámetros fisicoquímicos

Anexo 17. Formato de registro de datos en campo

Registro de Datos en Campo

CUENCA: Cecla - Jullaca REALIZADO POR: Josdon Coaquira Pacheco
 AAA/ALA: Cecla - Jullaca RESPONSABLE: Josdon Coaquira Pacheco

Punto de monitoreo	Descripción origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Depart.	Coordenadas		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	T °C	OD mg/L	COND µS/cm	Caudal/ profundidad m³/s o m	Observ.
						Norte/Sur	Este/Oeste									
PH-01	Rio Cecla - Jullaca	Jullaca	Jullaca	San Román	Puno	8289786.00	381319.00	3824	19-06-23	12:28 pm	7.96	8.25	0.45	1031		
PH-02	Rio Cecla - Jullaca	Jullaca	Jullaca	San Román	Puno	8289694.00	381324.00	3825	19-06-23	12:24 pm	7.96	9.03	0.82	1033		
PH-03	Rio Cecla - Jullaca	Jullaca	Jullaca	San Román	Puno	8289533.00	381514.00	3826	19-06-23	11:30 am	7.94	9.13	0.51	1027		
PHRD-01	S. Huancane	Jullaca	Jullaca	San Román	Puno	8288806	380458	3829	20-06-23	7:38 am	8.03	9.31	0.10	1140	N.A.	
PHRD-02	S. Cusco	Jullaca	Jullaca	San Román	Puno	8288539	377913	3830	20-06-23	6:25 am	7.80	9.68	0.58	1104	N.A.	
PHRD-03	S. Lampa	Jullaca	Jullaca	San Román	Puno	82887687	376191	3831	20-06-23	8:20 am	7.76	10.52	0.21	1106	N.A.	
PHRD-04	Elmto	Jullaca	Jullaca	San Román	Puno	8287067	378648	3831	20-06-23	8:21 am	7.75	6.86	0.60	1106	N.A.	
PHRD-05	S. Arequipa	Jullaca	Jullaca	San Román	Puno	8286289	376786	3833	20-06-23	14:15 am	7.74	11.80	0.00	1108	N.A.	
PHRD-06	S. Puno	Jullaca	Jullaca	San Román	Puno	8285182	374373	3824	20-06-23	7:15 am	7.85	15.54	0.56	1097	N.A.	

1. Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en el sistema UTM en estándar WGS84.
2. Para el caso del cuerpo lótico indicar el caudal

Anexo 18. Registro de envío de muestras al laboratorio BHIOS



REGISTRO DE ENVIO DE MUESTRAS DEL CLIENTE

Estimado cliente: Agradecemos complete los datos solicitados.

Cliente / Razón Social	Leadon Coacquitá Pacheco			RUC:	73816658
Dirección	Ji. Pacsiela N° 169				
Nombre del muestreador	Leadon Coacquitá Pacheco				
Cofización de referencia	SL 147000				

Numeración	NOMBRE DE LA MUESTRA (Identifique la muestra de acuerdo a como desea que aparezca en el informe de Ensayos)	CODIFICACIÓN (opcional)	MATRIZ (Indique la Matriz en el cuadro de Notas Solo para agua)	PROCEDECIA (Coordenadas, Departamento, Provincia, Distrito, etc) (Opcional)	FECHA DEL MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	Determinaciones solicitadas		Cantidad Total (ml) o muestra (Litro)
							Colocación N°	Helix / Toler	
01	PH-01 20ml de agua tomada de la captación	PH-01	ASR	Puno - San Román - Juliaca	19-06-2023	12:29 pm	19-06-2023	✓	100 ml
02	PH-02 mismo punto de captación San Juliaca	PH-02	ASR	Puno - San Román - Juliaca	19-06-2023	12:34 pm	19-06-2023	✓	100 ml
03	PH-03 200ml de agua	PH-03	ASR	Puno - San Román - Juliaca	19-06-2023	12:37 pm	19-06-2023	✓	100 ml
04	Salida Huancane	PHRD-01	ACB	Puno - San Román - Juliaca	20-06-2023	7:38 am	20-06-2023	✓	100 ml
05	Salida Cosco	PHRD-02	ACB	Puno - San Román - Juliaca	20-06-2023	6:25 am	20-06-2023	✓	100 ml
06	Salida Lampa	PHRD-03	ACB	Puno - San Román - Juliaca	20-06-2023	5:20 am	20-06-2023	✓	100 ml
07	Centro	PHRD-04	ACB	Puno - San Román - Juliaca	20-06-2023	8:21 am	20-06-2023	✓	100 ml
08	Salida Arequipa	PHRD-05	ACB	Puno - San Román - Juliaca	20-06-2023	4:45 am	20-06-2023	✓	100 ml
09	Salida Puno	PHRD-06	ACB	Puno - San Román - Juliaca	20-06-2023	7:15 am	20-06-2023	✓	100 ml

NOTAS IMPORTANTES:

- En cada fila ingresar una muestra (frasco y conjunto de frascos tomados en un mismo punto)
- Condiciones de envío (Para Aguas): En contenedor isotérmico con icepacks que proporcione una temperatura de 4.2°C durante todo el transporte

Muestras de agua (Indique las correspondientes en el cuadro de detalle de muestras)	Natural ASM: Subterránea de Menestral AST: Subterránea Termal ASR: Superficial de Río ASL: Superficial Lago/Laguna ASD: Deposition Atmosférica	Para Uso y Consumo Humano ACB: Bebida - Potable ACB: Bebida - Mesa ACB: Bebida - Envasada ACP: Piscina ACL: Laguna Artificial	Residual ARD: Domestica ARI: Industrial ARM: Municipal	De Proceso APR: Inyección y reinyección APP: Circulación o enfriamiento APA: Alimentación p/ calderas APCL: Calderas	Salina AMAR: Mar ASSB: Salobre ASSL: Salmuera ASR: Inyección y Reinyección

Observaciones:

Fecha y Hora de Envío de Muestras: 20/06-2023
 Vía Utilizada: TUNISHU JUBA
 Posibles Sustancias Interferentes:

Firma del Muestreador: *[Firma]*

RECIBIDO POR: _____ Fecha: _____ Hora: _____ Temperatura Recepción (°C): _____

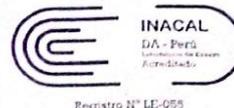
OBSERVACIONES

PRP-01-F-09-REMC Versión: 01 Fecha de Emisión: 02/01/20 Elaborado por: JIM / Revisado por CAC / Aprobado por GG Página 01 de 01

Anexo 19. Análisis de metales totales de la fuente de captación



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



INFORME DE ENSAYOS N° 2418-2023 PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE : COAQUIRA PACHECO LEODAN
DIRECCIÓN : JR. PASARELA #139 - JULIACA
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación en hojas de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno - San Román - Juliaca.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 3000 mL aprox. Compuesta por 03 envases PET de 1000 mL c/u para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. 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° : 0835-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 24/05/2023

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.


Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

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



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



INFORME DE ENSAYOS N° 2418- 2023
PÁGINA 2 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL		UNIDADES
				PM-01 / 50m aguas arriba de la fuente de captación - Fecha y hora del muestreo: 23/05/2023 12:48		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0 00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0 04	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0 02230	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0 517	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0 0646	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0 00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0 0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		51 89	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0 00004	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0 00019	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0 00015	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0 00096	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0 01245	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0 002	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0 274	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0 00005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		9 01	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0 21419	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		11 00	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0 0680	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0 0007	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		96 67	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00005		0 0007	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0 05	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0 0010	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		<0 0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0 0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6 87	mg/L
FQ	Sn (Estañio)	0,00002	0,00010		<0 0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1 096	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0 0012	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0 00025	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0 00039	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0 0017	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0 010	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

BIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 2418- 2023
PÁGINA 3 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL		UNIDADES
				PM-02 / Mismo punto de captación SedaJullaca - Fecha y hora del muestreo: 23/05/2023 12:54		
FQ	Ag (Plata)	0,0001	0,00005		0,00009	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,03	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,02215	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,538	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0663	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		52,40	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00004	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00013	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00014	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00100	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01224	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,334	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		8,88	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,22360	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		11,05	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0693	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0034	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		96,53	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0006	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,06	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0008	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0005	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,83	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,120	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0016	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00030	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00041	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0017	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,009	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry


Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 2418- 2023
PÁGINA 4 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL		UNIDADES
				PM-03 / 200m aguas abajo del punto de captación - Fecha y hora del muestreo: 23/05/2023 12:28		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,05	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,02219	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,513	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0699	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		0,00003	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		53,47	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00004	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00014	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00014	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00105	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01261	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,004	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,281	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		9,75	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,22533	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		11,06	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0744	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0013	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		98,76	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0010	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,06	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0010	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0003	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,84	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,112	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0011	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00028	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00045	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0017	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,014	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 24/05/2023 al 31/05/2023

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



Migo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 3068- 2023
PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE : COAQUIRA PACHECO LEODAN
DIRECCIÓN : JR. PASARELA #139 - JULIACA
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación en hojas de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno - San Román - Juliaca.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 300 mL aprox. Compuesta por 03 envases PET de 100 mL c/u para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °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° : 1044-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 21/06/2023

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.



Ing. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 3068- 2023 PÁGINA 2 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL		UNIDADES
				PM-01 / PM-01- 50 metros aguas arriba de la captación - Fecha y hora del muestreo: 19/06/2023 12:29		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,06	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,02155	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,682	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0870	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		67,86	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00003	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00012	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00015	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00140	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01460	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,299	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		11,27	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,27529	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		14,98	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0700	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0008	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		128,37	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0007	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,04	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0006	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,42	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,423	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0007	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00039	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00061	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0014	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,011	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 3068-2023 PÁGINA 3 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL		UNIDADES
				PM-02 / Punto 2 - mismo punto de Captación Seda Juliaca - Fecha y hora del muestreo: 19/06/2023 12:24		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,04	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,02111	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,695	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0842	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		67,16	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00003	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00010	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00011	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00150	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01466	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,002	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,310	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		11,24	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,26833	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		14,69	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0619	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0007	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		129,32	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0009	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,04	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0006	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,37	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,437	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0010	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00036	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00057	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0014	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,008	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 3068 - 2023
PÁGINA 4 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL		UNIDADES
				PM-03 / Punto 3 - 200 metros aguas abajo - Fecha y hora del muestreo: 19/06/2023 12:17		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,04	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,02230	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,690	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0840	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		67,78	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00002	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00011	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00010	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00137	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01493	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,292	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		11,26	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,27314	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		14,89	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0522	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0008	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		130,85	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00008		0,0007	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,04	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0006	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,33	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,437	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0006	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00035	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00056	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0014	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,011	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 21/06/2023 at 21/06/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 28/06/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 4076- 2023
PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE : COAQUIRA PACHECO LEGDAN
DIRECCIÓN : JR. PASARELA #139 - JULIACA
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación en hojas de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno - San Román - Juliaca.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 300 mL aprox. Compuesta por 03 envases PET de 100 mL c/u para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.7 °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° : 1250-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 12/07/2023

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.



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

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

INFORME DE ENSAYOS N° 4076- 2023

PÁGINA 2 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL	UNIDADES
				PM-01 / 50 metros aguas arriba del punto de captación de agua - Fecha y hora del muestreo: 10/07/2023 14:15	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005	<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	0,07	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002	0,02058	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0,731	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	0,0794	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002	0,00003	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010	<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050	65,91	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0,00004	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002	0,00015	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001	0,00011	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	0,00044	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001	0,01291	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	<0,001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	0,289	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020	11,18	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008	0,25606	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020	15,29	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002	0,0667	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	0,0007	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	126,89	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006	0,00009	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020	0,03	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	0,0005	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100	5,93	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010	<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004	1,386	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002	0,0005	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002	0,00025	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002	0,00056	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004	0,0012	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003	0,011	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Rgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 4076- 2023
PÁGINA 3 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL		UNIDADES
				PM-02 / Punto de captación de agua SEDA Jullaca - Fecha y hora del muestreo: 10/07/2023 14:10		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,05	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,02038	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,714	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0798	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		67,22	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00003	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00009	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00011	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00040	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01294	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		<0,001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,292	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		10,92	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,26173	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		15,38	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0838	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0007	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		127,27	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0006	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,03	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0004	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,18	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,383	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0006	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,00004	0,00002		0,00025	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,00003	0,00002		0,00056	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0011	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,006	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPAMETHOD 6020B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

BIHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 4076- 2023
PÁGINA 4 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA SUPERFICIAL		UNIDADES
				PM-03 / 200 metros aguas abajo del punto de captación de agua - Fecha y hora del muestreo: 10/07/2023 14:02		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,10	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,02111	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,728	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0830	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		0,00003	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		67,99	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00004	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00011	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00011	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00054	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01317	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,308	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		11,28	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,26151	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		15,58	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0975	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0008	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		128,82	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0010	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,03	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0007	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,27	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,417	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0004	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00030	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00061	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0012	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,009	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 12/07/2023 al 19/07/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 21/07/2023



Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Anexo 20. Análisis de metales totales del agua potable domiciliario



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



Registro N° LE-055

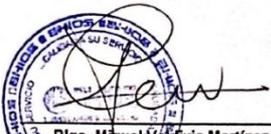
INFORME DE ENSAYOS N° 2417- 2023

PÁGINA 1 DE 7

SOLICITANTE : COAQUIRA PACHECO LEODAN
DIRECCIÓN : JR. PASARELA #139 - JULIACA
PRODUCTO DECLARADO : AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación en hojas de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno - San Román - Juliaca.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 6000 mL. Compuesta por 06 envases de 1000 mL c/u. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. 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° : 0835-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 24/05/2023

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.


Rgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

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

Escaneado con CamScanner

INFORME DE ENSAYOS N° 2417- 2023
PÁGINA 2 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-01 / Salida Huancane - Fecha y hora del muestreo:		
					23/05/2023 15:55	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,56	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,01120	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,561	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0706	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		57,03	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00003	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00008	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00007	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00103	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01379	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,028	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,079	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		10,12	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,24292	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		11,95	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0264	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0007	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		106,49	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0008	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,08	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0004	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0002	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		7,28	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,185	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0007	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00007	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00023	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0013	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,010	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry


Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 2417- 2023 PÁGINA 3 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE	UNIDADES
				PMRD-02 / Salida Cusco - Fecha y hora del muestreo: 23/05/2023 09:30	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005	<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	0.39	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002	0.01051	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0.543	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	0.0657	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002	<0.00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010	<0.0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050	53.28	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0.00004	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002	<0.00002	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001	0.00007	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	0.00101	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001	0.01298	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	0.028	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	0.064	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020	9.38	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008	0.23022	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020	10.70	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002	0.0255	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	0.0006	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	98.73	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006	0.0007	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020	0.04	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	0.0003	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	0.0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100	6.37	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010	<0.0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004	1.134	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002	0.0005	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002	0.00010	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002	0.00022	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004	0.0011	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003	0.015	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 2417- 2023
PÁGINA 4 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-03 / Salida Lampa - Fecha y hora del muestreo:		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,48	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,01055	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,509	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0638	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		51,34	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00006	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00010	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00007	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00101	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01239	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,032	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,074	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		8,74	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,21794	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		10,65	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0289	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0004	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		95,30	mg/L
FQ	Ni (Níquel)	0,00001	0,00006		0,0006	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,03	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0008	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,58	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,102	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0009	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00021	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00021	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0011	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,012	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

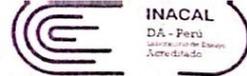
: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Bio. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

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° 2417- 2023
PÁGINA 5 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE	UNIDADES
				PMRD-04 / Centro - Fecha y hora del muestreo: 23/05/2023 09:45	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005	<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	1,47	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002	0,01765	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0,523	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	0,0654	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002	<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010	<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050	52,35	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0,00006	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002	0,00018	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001	0,00018	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	0,00104	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001	0,01274	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	0,062	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	0,265	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020	9,04	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008	0,22461	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020	10,88	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002	0,1208	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	0,0005	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	98,25	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006	0,0009	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020	0,05	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	0,0009	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100	6,80	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010	<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004	1,097	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002	0,0012	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002	0,00068	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002	0,00028	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004	0,0016	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003	0,015	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO-Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Bigo: Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 2417-2023
PÁGINA 6 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-05 / Salda Arequipa - Fecha y hora del muestreo:	23/05/2023 09:00	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0.55	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0.01176	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0.520	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0.0662	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0.00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0.0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		52.92	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0.00003	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0.00009	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0.00007	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0.00094	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0.01289	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0.029	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0.076	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		10.17	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0.23143	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		11.06	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0.0330	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0.0004	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		98.80	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0.0007	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0.04	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0.0005	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		<0.0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6.72	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0.0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1.134	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0.0005	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0.00016	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0.00023	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0.0013	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0.012	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO-Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Rigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 2417- 2023
PÁGINA 7 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-06 / Salida Puno - Fecha y hora del muestreo:	23/05/2023 10:00	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,29	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,01018	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,533	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0641	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		52,27	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00005	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00006	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00007	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00102	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01295	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,021	mg/L
FQ	Fo (Hierro)	0,002	0,010		0,043	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		9,19	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,22697	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		10,79	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0412	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0005	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		98,44	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0007	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,02	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0004	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,22	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,105	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0003	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00019	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00021	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0011	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,010	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 24/05/2023 al 01/06/2023

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



Bigo. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 3069 - 2023
PÁGINA 1 DE 7

SOLICITANTE : COAQUIRA PACHECO LEODAN
DIRECCIÓN : JR. PASARELA #139 - JULIACA
PRODUCTO DECLARADO : AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación en hojas de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno - San Román - Juliaca.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 600 mL aprox. Compuesta por 06 envases PET de 100 mL c/u para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °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° : 1044-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 21/06/2023

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.



Ing. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 3069- 2023
PÁGINA 2 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-01 / Salda Huancane - Fecha y hora del muestreo:		
					20/06/2023 07:38	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,03	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,03860	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,295	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0936	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		107,83	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00001	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00005	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00006	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00233	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,00013	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,002	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,024	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		21,66	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,07071	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		42,59	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0005	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0008	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		49,35	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0007	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,21	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		<0,0002	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0005	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		23,39	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,345	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0004	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00005	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00414	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0046	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,154	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Bigo: Miguel Valfreva Martínez
Gerente Técnico

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 3069-2023
PÁGINA 3 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE	UNIDADES
				PMRD-02 / Balida Cusco - Fecha y hora del muestreo: 20/06/2023 06:25	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005	<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	0,65	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002	0,01109	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0,679	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	0,0842	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002	<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010	<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050	67,04	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0,00003	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002	<0,00002	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001	0,00015	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	0,00182	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001	0,01472	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	0,051	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	0,400	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020	10,96	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008	0,27334	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020	14,61	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002	0,0370	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	0,0007	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	127,98	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006	0,0035	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020	0,02	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	0,0005	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	0,0002	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100	6,03	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010	0,0004	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004	1,417	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002	0,0005	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002	0,00018	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002	0,00039	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004	0,0011	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003	0,357	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 3069- 2023

PÁGINA 4 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-03 / Salida Lampa - Fecha y hora del muestreo:	20/06/2023 05:20	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		1.87	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0.02259	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0.663	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0.0860	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0.00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0.0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		66.68	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0.00004	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0.00036	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0.00018	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0.00160	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0.01450	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0.061	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0.355	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		11.15	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0.26623	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		14.58	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0.1184	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0.0004	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		128.01	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00005		0.0012	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0.05	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0.0011	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0.0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6.74	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0.0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1.441	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0.0018	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0.00054	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0.00048	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0.0016	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0.112	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Rgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 3069-2023 PÁGINA 5 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-04 / Centro - Fecha y hora del muestreo: 20/06/2023 08:21		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0.42	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0.01302	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0.680	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0.0833	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0.00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		0.0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		66.75	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0.00007	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0.00013	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0.00008	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0.00145	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0.01461	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0.871	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0.119	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0.00005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		11.12	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0.26424	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		14.56	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0.0221	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0.0006	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		128.50	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0.0369	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0.03	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0.1069	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0.0012	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6.06	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		0.0286	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1.398	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0.0003	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0.00010	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0.00046	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0.0012	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0.214	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :
Metales Totales por ICP-MS

: EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Rigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 3069- 2023
PÁGINA 6 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-05 / Salida Arequipa - Fecha y hora del muestreo:		
				20/06/2023 04:45		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0.41	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0.01143	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0.651	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0.0787	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		<0.00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0.0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		65.86	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0.00005	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0.00006	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0.00004	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0.00142	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0.01402	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0.031	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0.079	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		10.98	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0.26319	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		14.40	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0.0097	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0.0003	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		126.48	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0.0010	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		<0.02	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0.0022	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0.0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		5.91	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		0.0002	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1.407	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0.0003	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0.00011	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0.00038	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0.0010	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0.036	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

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

INFORME DE ENSAYOS N° 3069-2023
PÁGINA 7 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE	UNIDADES
				PMRD-06 / Salida Puno - Fecha y hora del muestreo: 20/06/2023 07:15	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005	0,00012	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	0,25	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002	0,000975	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0,644	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	0,0798	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002	<0,00002	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010	<0,00001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050	64,77	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0,00005	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002	0,00066	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001	0,00005	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	0,00143	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001	0,01408	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	0,250	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	0,046	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0,00005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020	10,52	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008	0,26720	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020	14,22	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002	0,0185	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	0,0004	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	124,26	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006	0,0020	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020	0,02	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	0,0130	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	0,0003	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	<0,00001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100	5,78	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010	0,0012	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004	1,373	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002	0,0004	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002	0,00027	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002	0,00036	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004	0,0009	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003	0,216	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPAMETHOD 6020B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO-Modificado) (VALIDADO- Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 21/06/2023 al 28/06/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 28/06/2023



Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 4075 - 2023
PÁGINA 1 DE 7

SOLICITANTE : COAQUIRA PACHECO LEODAN
DIRECCIÓN : JR. PASARELA #139 - JULIACA
PRODUCTO DECLARADO : AGUA POTABLE
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación en hojas de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Procedencia: Puno - San Román - Juliaca.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 600 mL aprox. Compuesta por 06 envases PET de 100 mL c/u para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.7 °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° : 1250-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 12/07/2023

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.



Ing. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 4075- 2023

PÁGINA 2 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-01 / Salida Huancane - Fecha y hora del muestreo:	11/07/2023 07:55	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		0,00010	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,05	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,03913	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,320	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0885	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		0,00005	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		106,97	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00002	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00007	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00005	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00126	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,00014	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,001	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,016	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		20,99	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,06822	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		42,03	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0005	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0009	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		47,83	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0007	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		0,19	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0004	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0006	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		0,0002	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		22,31	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,272	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0004	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00005	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00385	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0045	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,076	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

...calidad a su servicio

INFORME DE ENSAYOS N° 4075 - 2023
PÁGINA 3 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-02 / Salida Cusco - Fecha y hora del muestreo:	11/07/2023 06:21	
FQ	Ag (Plata)	0.0001	0.0005		0.0009	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0.004	0.020		0.36	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0.000004	0.00002		0.00902	mg/L
FQ	B (Boro)	0.001	0.005		0.740	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0.0001	0.0004		0.0841	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0.000003	0.00002		0.00012	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0.00002	0.00010		<0.0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0.010	0.050		69.50	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0.000001	0.00001		0.00005	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0.000003	0.00002		0.00017	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0.000001	0.00001		0.00009	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0.00001	0.00005		0.00068	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0.000002	0.00001		0.01330	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0.0002	0.001		0.021	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0.002	0.010		0.189	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0.0001	0.0005		<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0.004	0.020		11.22	mg/L
FQ	Li (Litio)	0.00002	0.00008		0.26893	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0.004	0.020		15.77	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0.00003	0.0002		0.0385	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0.00002	0.0001		0.0006	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0.010	0.050		129.88	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0.00001	0.00006		0.0020	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0.004	0.020		<0.02	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0.00004	0.0002		0.0009	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0.00002	0.00010		0.0002	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0.00002	0.0001		<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0.020	0.100		5.97	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0.00002	0.00010		0.0002	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0.0001	0.0004		1.437	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0.00004	0.0002		0.0005	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0.000004	0.00002		0.00017	mg/L
FQ	U (Uranio)	0.000003	0.00002		0.00039	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0.0001	0.0004		0.0008	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0.001	0.003		0.331	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 8020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry


Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 4075- 2023
PÁGINA 4 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-03 / Salida Lampa - Fecha y hora del muestreo:		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		0,00007	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,55	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,000002		0,01049	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,749	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0826	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,000002		0,00004	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		68,41	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00009	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00023	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00008	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00057	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01332	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,031	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,101	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		11,22	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,26554	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		15,58	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0471	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0002	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		128,99	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006		0,0012	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		<0,02	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0006	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0002	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		5,94	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,422	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0003	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00030	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00041	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0008	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,916	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-04 / Centro - Fecha y hora del muestreo: 11/07/2023 06:55		
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0,00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0,42	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0,00927	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0,727	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0,0833	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		0,00003	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		67,90	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0,00008	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0,00020	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0,00009	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0,00044	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0,01311	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0,026	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0,094	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		11,08	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0,26460	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		15,63	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0,0470	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0,0002	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		129,22	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00005		0,0023	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020		<0,02	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0,0003	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0,0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		6,01	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010		<0,0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		1,422	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0,0004	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002		0,00026	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002		0,00039	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0,0008	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0,141	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO -Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Ing. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 4075- 2023 PÁGINA 6 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE	UNIDADES
				PMRD-05 / Salida Arequipa - Fecha y hora del muestreo: 11/07/2023 04:37	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005	<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	0.40	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002	0.00864	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0.731	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	0.0803	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002	0.00003	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010	<0.0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050	67.48	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0.00003	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002	0.00011	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001	0.00005	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	0.00044	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001	0.01295	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	0.017	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	0.055	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020	10.97	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008	0.26110	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020	15.45	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002	0.0266	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	0.0003	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	126.54	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006	0.0005	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020	<0.02	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	<0.0002	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	0.0002	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100	5.76	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010	<0.0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004	1.398	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002	0.0003	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002	0.00014	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002	0.00036	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004	0.0007	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003	0.004	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

INFORME DE ENSAYOS N° 4075 - 2023

PÁGINA 7 DE 7

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA POTABLE		UNIDADES
				PMRD-06 / Salida Puno - Fecha y hora del muestreo:	11/07/2023 07:22	
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005		<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020		0.21	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002		0.00719	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005		0.705	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004		0.0784	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002		0.00004	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010		<0.0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050		66.56	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001		0.00004	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002		0.00013	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001		0.00005	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005		0.00046	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001		0.01285	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001		0.024	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010		0.018	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005		<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020		10.84	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008		0.25402	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020		15.18	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002		0.0221	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001		0.0006	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050		125.75	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00005		0.0006	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,004	0,020		<0.02	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,00004	0,0002		0.0020	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002		0.0002	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010		0.0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001		0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100		5.75	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,00002	0,00010		0.0002	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,0001	0,0004		1.384	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004		0.0003	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002		0.0003	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,000004	0,00002		0.00018	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,000003	0,00002		0.00035	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,0001	0,0004		0.0007	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004		0.0007	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003		0.015	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS

: EPAMETHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 12/07/2023 al 19/07/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 21/07/2023



Elgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



UW